Circuitos de fluidos. Suspensión y dirección

Tomás González, Gonzalo del Río, José Tena, Benjamín Torres

TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS

EDITEX

ÍNDICE

UNIDAD 1: Fundamentos de máquinas 5
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 15 5
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 21 5
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 30 6
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 33 7
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 34 9
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 38 13
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 40 16
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 41 17
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 42 18
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 44 19
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 46 21
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 49 22
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 52 25
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 53 27
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 55 28
ACTIVIDADES FINALES. PÁG.56,57 29
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS PÁG. 59 43
UNIDAD 2: Leyes fundamentales de hidráulica y neumática 44
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 70 44
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 74 47
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 75 50
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 77 52
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 82 55
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 86-87 62
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 88-89-90 67
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 91 81
UNIDAD 3: Elementos hidraúlicos y neumáticos 82
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 104 82
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 109 83
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 113 84
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 120 85
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 121 86
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 125 88
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 131 89
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 132 89
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 133 95

UNIDAD 4: Circuitos hidraúlicos y neumáticos básicos 96
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 141 96
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 146 97
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 149 99
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 150 102
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 153 104
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 154-155-156 107
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 157 120
UNIDAD 5: Suspensión convencional 121
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 168 121
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 178 121
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 185 123
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 190 123
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 191 124
UNIDAD 6: Suspensión con regulación de altura 125
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 203 125
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 208 126
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 215 127
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 226 128
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 232 129
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 233 130
UNIDAD 7: Suspensión pilotada electrónicamente 131
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 247 131
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 253 132
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 264 133
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 279 134
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 290 134
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 291 136
UNIDAD 8: La Rueda 136
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 305 136
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 321 137
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 327 138
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 332 138
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 333 140
UNIDAD 9: La Dirección 141
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 348 141
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 359 141
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 363 142
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 370 143

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 371 145
UNIDAD 10: La Dirección asistida 145
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 393..... 145
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 411..... 146
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 416 147
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 417 148
UNIDAD DIDÁCTICA 11: Seguridad y gestión ambiental en el taller..... 149
ACTIVIDADES PROPUESTAS. 149
ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 466 150
EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 467 151

UNIDAD 1: Fundamentos de máquinas

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 15

1. ¿Para qué llevan las tuercas almenadas sus ranuras?

Para pasar entre dos ranuras diametralmente opuestas un pasador de aletas que cruza al mismo tiempo, por un pequeño agujero, a la rosca a la que va unida la tuerca almenada. Su cometido es bloquear a la tuerca e impedir que ésta se afloje.

2. ¿Es indiferente el sentido de las ranuras a la hora de colocar una arandela dentada?

Las ranuras en forma de dientes de sierra deben clavarse tanto en la pieza como en la tuerca, en el sentido al de apriete. De esta manera, al aflojarla, como va en sentido contrario, habrá más oposición**.**

3. Identifica los ejes y cubos ranurados en la transmisión de un vehículo.

Se trata de ver, por un lado, las transmisiones o palieres y apreciar sus ranuras en ambos extremos, y por otro, los cubos de rueda y los de salida del diferencial y apreciar también las estrías.

4. Localiza en un vehículo los fuelles de la transmisión.

Los retenes impiden las fugas de aceite en los ejes giratorios que comunican con el exterior.
En un motor en general tenemos retenes en los dos extremos del cigüeñal y en un extremo del árbol de levas, cuando la distribución es por correa. En el motor de la figura no lo hay en el árbol de levas puesto que la distribución es de cadena, que necesita lubricación y es la tapa de la distribución la que nos asegura la estanqueidad.
También para evitar las fugas de agua en la bomba de refrigeración, a través de su eje, empleamos prensaestopa con empaquetadura.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 21

5. Identifica los diferentes tipos de cojinetes radiales y axiales en un motor, así como sus soportes, su forma de montaje y de ajuste.

- En el árbol de levas se utilizan cojinetes enterizos o casquillos. Éstos van fijos en un agujero del bloque o culata, por un acoplamiento forzado, y se deslizan por la parte interior con el árbol.
Cuando hay holgura entre el casquillo y el árbol rectificamos el árbol y sustituimos el cojinete por otro nuevo de sobremedida en el que no entraría el eje rectificado, a no ser que escariemos el nuevo cojinete.

– En el cigüeñal se utilizan cojinetes partidos o semicojinetes, tanto para los semicojinetes de biela como para los de apoyo. La fijación se consigue mediante el sombrerete que los mantiene sujetos a la cabeza de biela o al asiento en el bloque, debido a la presión del sombrerete y al talón de posicionado. Los sombreretes se unen a la mitad de la cabeza de biela y al bloque a través de dos tornillos.
Para evitar el desplazamiento axial del ciguüeñal respecto al bloque se emplean dos

semicojinetes axiales, uno hace tope en un sentido y otro en el otro, que se fijan en los mismos sombreretes que los radiales.
Para su ajuste rectificamos las muñequillas del ciguüeñal, que se unen a las bielas, o los muñones, por donde se une al bloque, y se sustituyen los semicojinetes por otros de mayor grosor, «cojinetes con sobremedida», que cubran el espacio perdido en el rectificado. Se consigue así un ajuste con un juego adecuado.

6. Analiza el montaje de los rodamientos en la figura siguiente:

En el rodamiento izquierdo vemos que la pista exterior flota en el alojamiento y se puede deslizar por ella. Y la pista interior hace tope por el lado derecho en un resalte en el eje de manera que este rodamiento soporta sólo cargas radiales.
En el rodamiento derecho, la pista exterior se apoya por su lado izquierdo en un resalte practicado en la caja y por su lado derecho en una platina. La pista interior se apoya por su lado izquierdo sobre un resalte practicado en el eje, este rodamiento soporta cargas radiales y pequeñas cargas axiales hacia la derecha.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 30

7. Calcula el módulo de una rueda dentada si tiene 24 dientes y un radio primitivo de 80 milímetros.
m=d/z=80 mm/24 dientes =3,3 mm/diente

8. Sabemos que una rueda dentada tiene un módulo m=3,5 y 28 dientes. Calcular el diámetro primitivo de la rueda dentada.

Despejando de la expresión de la actividad anterior:
d=m*z=3,5 mm/diente *28 dientes =98 mm.

9. Clasifica, por orden de mejor a peor, los distintos tipos de dentados y explica por qué.

– El dentado a doble hélice o roblón. Son silenciosos, transmiten grandes esfuerzos a grandes velocidades y no generan fuerzas axiales.
– El inclinado o helicoidal. Son silenciosos, transmiten grandes esfuerzos a grandes velocidades (aunque algo menores que el anterior) y como inconveniente generan cargas axiales.
– El dentado recto. Son ruidosos, transmiten esfuerzos a velocidades, algo más pequeños que los dos primeros y no generan cargas axiales. El ruido limita mucho su uso.

10. ¿Sabrías decir dónde suele haber piñones cónicos en un vehículo?

Se emplearán ruedas cónicas siempre que se necesite transmitir el movimiento entre ejes que se corten, como son los siguientes casos.
– En vehículos con motor y tracción delantera:
* Motor transversal: en el diferencial, sus planetarios y satélites.
* Motor longitudinal: en el grupo cónico-reducto, piñón del secundario de la caja de cambios y corona del diferencial. Y en el diferencial, sus planetarios y satélites.
– En vehículos con motor delantero y tracción trasera: en el grupo cónico-reductor, piñón del árbol de transmisión y corona del diferencial. Y en el diferencial, sus planetarios y satélites.
– En el propio motor: antiguamente el accionamiento de la bomba de engrase y del distribuidor del encendido se hacían por piñones cónicos (ver figura 1.1). Actualmente estos

dos mecanismos se accionan por ruedas cilíndricas helicoidales.

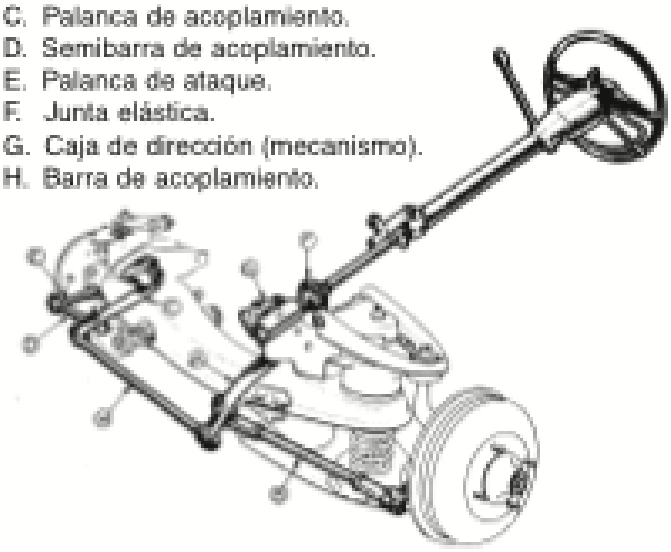
11. ¿Qué tipo de correa trapezial deberíamos emplear en una transmisión donde la polea menos gira a 1000 r.p.m. y la potencia a transmitir es de 147,2 Kw?

Recurrimos al gráfico de la figura 1.52 de este tema.
Nos vamos al eje vertical, seguimos la recta que pasa por 1.000 rpm y seguidamente nos vamos al eje horizontal para seguir la recta que pasa por 200 CV. Vemos que estas rectas se cortan en el apartado de las «D», y por tanto el perfil será de este tipo.

12. En el sistema de dirección de la figura siguiente, identifica las distintas articulaciones y el tipo al que pertenece cada una.

En el sistema de dirección de la figura siguiente, identifica las distintas articulaciones y el tipo al que pertenece cada una.

A. Palanca de mando.
B. Semi-barra de acoplamiento.
C. Palanca de acoplamiento.
D. Semibarra de acoplamiento.
E. Palanca de ataque.
F. Junta elástica.
G. Caja de dirección (mecanismo).
H. Barra de acoplamiento.



Articulación de horquilla:

- Caja de dirección-palanca de mando.
- Soporte del tren-palanca de acoplamiento
- Brazos de suspensión-palanca de ataque

Articulación de rótula

- Palanca de mando-barra de acoplamiento
- Palanca de mando-semibarra de acoplamiento
- Semibarra de acoplamiento-palanca de ataque
- Barra de acoplamiento-palanca de acoplamiento
- Barra de acoplamiento-semibarra de acoplamiento

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 33

13. Si una persona andando desarrolla una velocidad media de 4 km/h, calcula el tiempo que tardaría en recorrer una distancia de 15 km.

Por definición sabemos que $V = L/t$.
Despejando:

$$t = \frac{L}{V} = \frac{15 \text{ km}}{4 \text{ km/hora}} = 3{,}75 \text{ horas}$$

14. Para el caso anterior, ¿qué espacio recorrerá andando durante 5 horas y 30 minutos?
Si de la expresión de la velocidad despejamos el espacio:

$$L = V \cdot t = 4 \text{ km/hora} \cdot 5{,}5 \text{ horas} = 22 \text{ km}$$

15. Un coche ha realizado un viaje en dos etapas de 300 y 450 kilómetros. Sabiendo que las velocidades medias en cada una de ellas han sido de 70,4 y 110,7 km/h, respectivamente, calcula la velocidad media de todo el recorrido.

$$V_{\text{MEDIA TOTAL}} = L_{\text{TOTAL}}/t_{\text{TOTAL}}$$

$$L_{\text{TOTAL}} = 300 \text{ km} + 450 \text{ km} = 750 \text{ km}$$

$$t_{\text{TOTAL}} = t_{1\text{1TRAMO}} + t_{2\text{1TRAMO}}$$

$$t_{1^{\text{o}}\text{TRAMO}} \quad \frac{300 \text{ km}}{70{,}4 \text{ km/hora}} = 4{,}26 \text{horas}$$

$$t_{2^{\text{o}}\text{TRAMO}} \quad \frac{450 \text{ km}}{110{,}7 \text{ km/hora}} = 4{,}06 \text{ horas}$$

$$t_{\text{TOTAL}} = 4{,}26 \text{ horas} + 4{,}06 \text{ horas} =$$

$$= 8{,}32 \text{ horas.}$$

$$V_{\text{MEDIA TOTAL}} = 750 \text{ km}/8{,}32 \text{ horas}$$

$$= 90{,}14 \text{ km/hora}$$

16. Una rueda gira con una velocidad angular de 15 rev/min. Calcula las vueltas que da en 15 segundos.

Por definición sabemos, que: La velocidad angular, $N = N1\text{DE VUELTAS}/t$
Si despejamos de la velocidad angular el número de vueltas:

$$N^{\text{o}}{}_{\text{DEVUELTAS}} = N \cdot t = 15 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 15 \text{ seg} = 15 \frac{\text{rev}}{60 \text{ seg}}$$

$$\times 15 \text{ seg} = \frac{15 \cdot 15}{60} \text{ rev} = 3{,}75 \text{ rev}$$

17. Calcula la velocidad angular en rev/min a las que gira la Tierra en su movimiento de rotación. ¿Y la velocidad a la que gira el minutero y el segundero de un reloj?

$$- N_{TIERRA} = \frac{1 \text{ vuelta}}{24 \text{ horas}} = \frac{1 \text{ rev}}{24 \text{ horas} \cdot 60 \text{ min/hora}} =$$

$$= \frac{1 \text{ rev}}{24 \cdot 60 \text{ min}} = \frac{1 \text{ rev}}{1.440 \text{ min}} = 0{,}00069 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$- N_{HORARIO} = \frac{1 \text{ rev}}{12 \text{ horas}} = \frac{1 \text{ rev}}{12 \text{ horas} \cdot 60 \text{ min/hora}} =$$

$$= \frac{1 \text{ rev}}{12 \cdot 60 \text{ min}} = \frac{1 \text{ rev}}{720 \text{ min}} = 0{,}0014 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$- N_{MINUTERO} = \frac{1 \text{ rev}}{1 \text{ horas}} = \frac{1 \text{ rev}}{1 \text{ horas} \cdot 60 \text{ min/hora}} =$$

$$= \frac{1 \text{ rev}}{60 \text{ min}} = 0{,}016 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$- N_{SEGUNDERO} = \frac{1 \text{ rev}}{1 \text{ min}} = \frac{1 \text{ rev}}{1 \text{ min}}$$

18. Un disco de vinilo de 25 cm de diámetro gira a 18 rev/min. Calcula la velocidad lineal de un punto en su borde, y la de otro en la mitad, entre el borde y el centro.

$$V_{BORDE} = 18 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \pi \cdot 25 \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 18 \cdot 2\pi \cdot 12{,}5 \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= 1.413{,}4 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 1.413{,}4 \frac{\text{cm}}{60 \text{ seg}} =$$

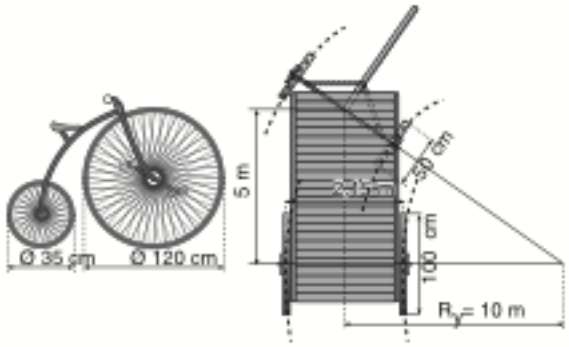
$$\frac{1.413{,}4}{60} \frac{\text{cm}}{\text{seg}} = 23{,}5 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}.$$

$$V_{MITAD} = 18 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 6{,}25 \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$= 18{,}2\pi \cdot 6{,}25 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 706{,}8 \frac{\text{cm}}{60 \text{ seg}} = 11{,}8 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 34

19. La bicicleta de la figura 1.70 se mueve a 30 km/h. Calcula:
a) La velocidad lineal del punto en contacto con el suelo de cada una de las ruedas.
b) La velocidad angular de cada una de las ruedas.
c) La velocidad lineal del punto más alto de cada una de las ruedas.



a) Las ruedas ruedan sobre el suelo, giran sobre su propio eje y al mismo tiempo se trasladan. Se trata de un movimiento compuesto (lineal más angular).
En todo momento, en cada rueda, hay un punto en contacto con el suelo. Este punto no se mueve, puesto que la rueda no resbala, y su velocidad lineal es 0.

b) Podemos considerar el movimiento de las ruedas como de rotación pura cuyo centro instantáneo de rotación (CIR) es el punto en contacto con el suelo y la velocidad lineal de su eje será la velocidad a la que se desplaza la bicicleta.
Se trata pues de un movimiento angular del que conocemos la velocidad lineal de un punto (la del eje de la bicicleta) y su distancia al centro de rotación (el radio de la rueda).
– Para la rueda pequeña:

$$N = \frac{30 \text{ km/hora}}{2\pi \cdot 17{,}5 \text{ cm/rev}} = \frac{30 \cdot 100.000 \text{ cm/hora}}{2\pi \cdot 17{,}5 \text{ cm/rev}} =$$

$$= 27.283{,}6 \frac{\text{rev}}{\text{hora}} = 27.283{,}6 \frac{\text{rev}}{60\text{min}} =$$

$$= \frac{27.283{,}6}{60} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 454{,}7 \frac{\text{rev}}{\text{min}}.$$

– Para la rueda grande:

$$N = \frac{30 \text{ km/hora}}{2\pi \cdot 60 \text{ cm/rev}} = \frac{30 \cdot 100.000 \text{ cm/hora}}{2\pi \cdot 60 \text{ cm/rev}}$$

$$= 7.957{,}7 \frac{\text{rev}}{\text{hora}} = 7.957{,}7 \frac{\text{rev}}{60 \text{ min}} = 132{,}6 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

c) Las ruedas se comportan como con velocidad angular, conocemos la velocidad angular de cada una de ellas y queremos calcular la velocidad lineal en un punto de ellas.
- Para la rueda pequeña

$$V = 454{,}7\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 35\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 99.994\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= \frac{99.994\ \text{cm}}{60\ \text{seg}} = 1.666{,}6\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} = 16{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– Para la rueda grande:

$$V = 132{,}6\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 120\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 99.978\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= \frac{99.978\ \text{cm}}{60\ \text{seg}} = 1.666{,}3\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} = 16{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

20. Si en la bicicleta anterior la velocidad angular de la rueda pequeña es de 70 rev/min, calcula la velocidad angular de la grande.

Se trata de un movimiento compuesto (rotación más traslación), ruedas que giran y no se deslizan, que podemos estudiar como un movimiento de rotación.
Para calcular la velocidad angular de la rueda grande, necesitamos conocer la velocidad lineal de uno cualquiera de sus puntos y su distancia al CIR Por ejemplo la velocidad lineal de su eje (que es la misma que la de traslación de la bici).
Para calcular la velocidad de traslación de la bici recurrimos a la rueda pequeña de la que conocemos su velocidad angular y podemos calcular la velocidad lineal de su eje (que es la misma que la de traslación de la bicicleta):

$$V = 70\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 17{,}5\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 7.696{,}9\ \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

Conocida la velocidad de traslación de la bicicleta, pasamos a calcular la velocidad angular de la rueda grande:

$$N = 7.696{,}9\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} / 2\pi \cdot 60\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 20{,}4\ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

21. La dirección de la carreta consiste en un eje rígido delantero, que gira sobre el pivote central.
a) ¿Cómo hemos calculado el C.I.R?
b) Si la rueda delantera exterior gira a 30 rev/min, calcula la velocidad angular de las demás ruedas.

a) Si trazamos la prolongación de cada eje, el punto de intersección entre estas será el CIR El movimiento real de la carreta la podemos considerar como un movimiento de rotación respecto a este centro, como si toda la carreta formara parte de una chapa que gira respecto a este centro instantáneo.

b) Para calcular la velocidad angular de cada rueda, necesitamos conocer la velocidad lineal de su eje. Como la carreta se mueve como si girara sobre su CIR, podemos calcular la velocidad lineal de cada eje si conocemos la velocidad angular de la carreta (respecto a su CIR).

Para calcular esta última necesitamos conocer la velocidad lineal de uno de sus puntos. La velocidad lineal del eje de la rueda delantera exterior será:

$$V = 30\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 25\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 4\,712{,}4\ \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

Conocida la velocidad lineal de este punto y la distancia del mismo al CIR, por el teorema de Pitágoras:

$$L = \sqrt{10^2 + 5^2} + \frac{2{,}15}{2} = 12{,}25\ \text{m}$$

Calculamos la velocidad angular de la carreta:

$$N = \frac{47{,}12\ \text{m/min}}{2\pi \cdot 12{,}25\ \text{m/rev}} = 0{,}61 = \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

Conocida la velocidad angular de la carreta y la distancia del CIR a cada uno de los ejes de las ruedas, calculamos la velocidad lineal de cada uno de ellos:

- Para la rueda delantera interior:

$$L = \sqrt{10^2+5^2}\ - \frac{2{,}15}{2} = 10{,}1\ \text{m}$$

y $V = 0{,}61\ \text{rev/min} \cdot 2\pi 10{,}1\ \text{m/rev} =$

$$= 0{,}61\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 10{,}1\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 38{,}71\ \text{m/min}$$

- Para la rueda trasera exterior:

$$L = 10 + \frac{2{,}15}{2} = 11{,}07\ \text{m y}$$

$$V = 0{,}61\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 11{,}07\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 42{,}43\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

- Para la rueda trasera interior:

$$L = 10 - \frac{2{,}15}{2} = 8{,}92\ \text{m y}$$

$$V = 0{,}61\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 8{,}92\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 34{,}19\ \frac{\text{m}}{\text{mm}}$$

Y conocidas las velocidades lineales de cada uno de los ejes, calculamos la velocidad angular de cada una de las ruedas:

– Para la rueda delantera interior:

$$N = \frac{38{,}71 \text{ m/min}}{2\pi \cdot 25 \text{ cm/rev}} = \frac{38{,}71 \cdot 100 \text{ m/min}}{2\pi \cdot 25 \text{ cm/rev}} =$$

$$= \frac{38{,}71 \cdot 100}{2\pi \cdot 25} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 24{,}64 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– Para la rueda trasera exterior:

$$N = \frac{42{,}43 \text{ m/min}}{2\pi \cdot 50 \text{ cm/rev}} = \frac{42{,}43 \cdot 100 \text{ m/min}}{2\pi \cdot 50 \text{ cm/rev}}$$

$$= \frac{42{,}43 \cdot 100}{2\pi \cdot 25} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 13{,}5 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– Para la rueda trasera interior:

$$N = \frac{34{,}19 \text{ m/min}}{2\pi \cdot 50 \text{ cm/rev}} = \frac{34{,}19 \cdot 100 \text{ m/min}}{2\pi \cdot 50 \text{ cm/rev}}$$

$$= \frac{34{,}19 \cdot 100}{2\pi \cdot 50} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 10{,}9 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 38

22. Dado el siguiente tren de engranaje en paralelo, si conocemos el número de dientes de cada una de las ruedas y la velocidad de la conductora, calcula la velocidad de la conducida.

Se trata de un tren de engranajes paralelo, todos los ejes tienen dos engranajes solidarios entre sí.

Para calcular la relación de transmisión total, se procede como para cualquier tipo de tren de engranajes:

1º Calculamos las relaciones de transmisión de cada una de las transmisiones simples.

$$R_{T12} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z'_1}$$

$$R_{T23} = \frac{N_2}{N_3} = \frac{Z_3}{Z'_2}$$

$$R_{T34} = \frac{N_3}{N_4} = \frac{Z_4}{Z'_3}$$

$$R_{T45} = \frac{N_4}{N_5} = \frac{Z_5}{Z'_4}$$

2º. Calculamos la relación de transmisión total, multiplicando separadamente las relaciones de transmisión simples de los números de dientes y las relaciones de transmisión simples de las revoluciones

$$R_{TT} = \frac{N_1 \cdot \cancel{N_2} \cdot \cancel{N_3} \cdot \cancel{N_4}}{\cancel{N_2} \cdot \cancel{N_3} \cdot \cancel{N_4} \cdot N_5 \cdot} \quad R_{TT} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z_5}{Z_1 \cdot Z'_2 \cdot Z'_3 \cdot Z'_4}$$

3º. Igualamos las dos expresiones y tenemos la relación de transmisión total, en función de la relación entre los dientes y entre las revoluciones.

$$R_{TT} = \frac{N_1}{N_5} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z_5}{Z_1 \cdot Z'_2 \cdot Z'_3 \cdot Z'_4}$$

Conociendo los dientes tenemos la relación de transmisión:

$$R_{TT} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z_5}{Z_1 \cdot Z'_2 \cdot Z'_3 \cdot Z'_4}$$

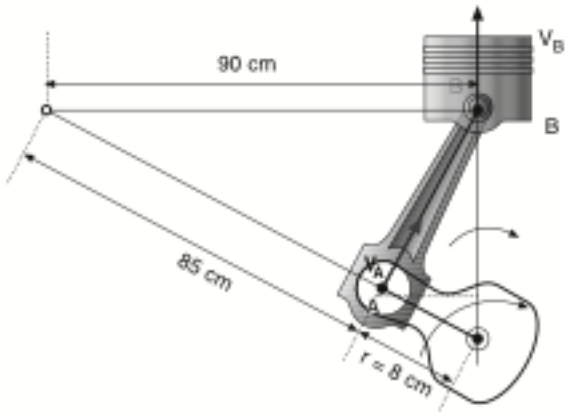
También conocemos el régimen *N*1, y podemos calcular *N*5:

$$N_5 = \frac{N_1}{R_{TT}}$$

23. Para el mismo motor del ejercicio anterior, la posición del pistón y la biela en otro instante es la indicada en la figura 1.77. Calcula:

a) La velocidad angular de la biela.

b) La velocidad lineal del pistón.



a) Para la biela se trata de un movimiento mixto (lineal más angular), que podemos estudiar como un movimiento angular puro. Para ello necesitamos
conocer su CIR
No tiene nigún punto fijo al suelo, pero conocemos la dirección de la velocidad en dos puntos:
– El pie de biela vertical se mueve con el pistón.
– La cabeza perpendicular al brazo del cigüeñal.
Si trazamos una recta perpendicular a las respectivas direcciones de la velocidad, pasando por cada uno de estos puntos, el punto de corte será el centro instantáneo de rotación. Y el movimiento real de la biela lo podemos considerar como un movimiento de rotación respecto a este centro, como si toda la biela estuviera pegada a una chapa que gira respecto a este centro.
Para calcular la velocidad angular de la biela necesitamos conocer la velocidad lineal de cualquiera de sus puntos.

La velocidad lineal del punto A será:

$$V_A = 4.500 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 8 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$= 226.195{,}2 \ \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

Y la velocidad angular de la biela será:

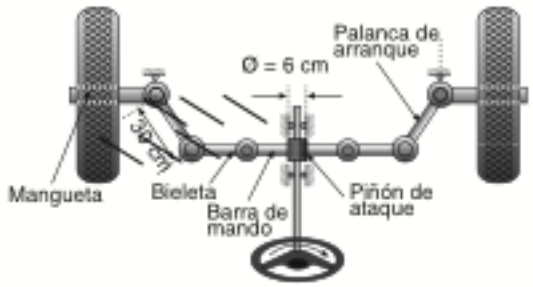
$$N = \frac{226.195{,}2 \text{ cm/min}}{2\pi \cdot 85 \text{ cm/rev}} = 423{,}5 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

b) Conociendo la velocidad angular de la biela, el movimiento de un punto cualquiera de ella, como el B, será:

$$V_B = 423{,}5 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 90 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$= 239.484 \ \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

24. En la dirección de cremallera de la figura 1.78, calcula la relación de giro del volante. Consideramos a las bieletas con movimiento de traslación.



$$R_T = \frac{N^{\circ}\ \text{GIRO DEL VOLANTE}}{N^{\circ}\ \text{GIRO DE TALA MANGUETA}} = N_1/N_2$$

En este mecanismo hay una sucesión de transmisiones que iremos estudiando desde el volante hasta las ruedas:
Partimos del volante y suponemos que gira a un régimen *N*1.

– La velocidad de la cremallera será:

$$V = N_1 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 3 \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 2\pi \cdot 3 \cdot N_1 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

Al considerar las bieletas sometidas a un movimiento de traslación, éste se transmite íntegramente a la rótula que une la bieleta con la palanca de ataque, por lo que la velocidad angular de la mangueta, será:

$$N_2 = \frac{2\pi \cdot 3 \cdot N_1 \text{cm/min}}{2\pi \cdot 30\ \text{cm/rev}} = \frac{3N_1}{30} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = \frac{N_1}{10} \frac{\text{rev}}{\text{min}};$$

$$N_2 = \frac{N_1}{10}$$

De la expresión de relación de transmisión:

$$R_T = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1}{N_2/10} = 10$$

Para que gire la rueda, el volante tendrá que girar diez veces más.

25. Identifica la rueda dentada y el tornillo sinfín en el motor de un limpiaparabrisas o el de un elevalunas.

Quitar la tapa del motor de un limpiaparabrisas o elevalunas y comprobar que lleva una rueda dentada- tornillo sin fin.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 40

26. Un coche se mueve por una carretera horizontal y recta a 100 km/h. Si consideramos nulas todas las resistencias que se oponen al movimiento del vehículo, ¿se necesita una fuerza para mantener el coche a esa velocidad?

Estudiamos las fuerzas que actúan según la horizontal:
$F_{HORIZONTAL} = F_{HACIA\ ADELANTE} - F_{HACIA\ ATRAS} = m \cdot a$

Como consideramos todas las resistencias nulas:
$F_{HACIA\ ATRAS} = 0$ N

Si queremos mantener el coche a la misma velocidad:
$a = 0$ m/seg2

Y por tanto:
$F_{HACIA\ ADELANTE} - 0$ N $= 0$ (kg · m/seg2

De donde tenemos, que:
$F_{HACIA\ ATRAS} = 0$ N

No necesitamos transmitir del motor niguna fuerza para mantener el coche a esta velocidad.
Nota: Este caso es irreal puesto que siempre hay resistencias al movimiento. En este caso, principalmente, la aerodinámica.

27. Sabemos que un cuerpo tiene distinto peso según esté en la Tierra o en la Luna. ¿Variará la masa según dónde se encuentre el cuerpo en el espacio? Razona la respuesta.

La resistencia que ofrece el cuerpo a ser acelerado (la masa) es universal y es la misma para cualquier punto del Universo. No por estar en la Luna va a costar menos fuerza acelerarlo que en la Tierra. Esta fuerza será la misma esté donde esté.
Sin embargo, el peso depende de la fuerza con que sea atraído por otro cuerpo como la Tierra, la luna, etc. Si estuviera en el espacio, no sería atraído por ningún cuerpo y el peso sería 0.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 41

28. En un plano horizontal, sin rozamiento, tiramos en horizontal de un cuerpo con un dinamómetro ¿qué pasará para los siguientes casos?: a) Si tiramos de un kilogramo con una fuerza de un newton en horizontal, ¿qué aceleración adquirirá?
b) Si tiramos de un kilogramo con una fuerza de un kilogramo fuerza, ¿qué aceleración adquirirá?
c) Para que tres kilogramos adquieran una aceleración horizontal de 9,81 m/seg2, ¿con cuántos kgf tenemos que tirar?
d) Si tiramos de tres kilos con una fuerza de 1 kgf, ¿qué aceleración adquirirá?

a) 1 kilogramo fuerza en la Tierra tiene una masa de 1 kilogramo.

$F = m \cdot a$; 1 N = 1 kg · a

Despejamos la aceleración:

$$a = \frac{1\ \text{N}}{1\ \text{kg}} = \frac{1\ \text{kg} \cdot \text{m/seg}^2}{1\ \text{kg}} = 1\ \ \text{m/seg}^2$$

$$a = 1\ \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

b) Como antes, se trata de una masa de 1 kilogramo.

$F = m \cdot a$; 1 kgf = 1 kg · a

Despejamos la aceleración:

$$a = \frac{1\ \text{kgf}}{1\ \text{kg}} = \frac{9{,}81\ \text{N}}{1\ \text{kg}} = \frac{9{,}81\ \text{kg} \cdot \text{m/seg}^2}{1\ \text{kg}} =$$

$$= 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{seg}^2)} \quad ; \quad a = 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

c) $F = m \cdot a$; F = 3 kg · 9,81 $\frac{\text{m}}{\text{seg}^2)}$ =

= 3 · 9,81 kg · m/seg^2 = 3 · 9,81 N.

F = 3 · 9,81 N.

Para pasar de Nw a kgf, tenemos que dividir por 9,81 N/kgf:

$$F = \frac{3 \cdot 9{,}81\ \text{N}}{9{,}81\ \text{N\kgf}} = 3\ \text{kgf}$$

d) $F = m \cdot a$; 1 kgf = 3 kg · a.

Despejamos la aceleración:

$$a = \frac{1\ \text{kgf}}{3\ \text{kg}} = \frac{1\ \text{kgf} \cdot 9{,}81\ \text{N\kgf}}{3\ \text{kg}} =$$

$$= \frac{9{,}81\ \text{N}}{3\ \text{kg}}$$

$$a = \frac{9{,}81\text{kg} \cdot \text{m/seg}^2}{3\ \text{kg}} = \frac{9{,}81}{3}\ \text{m/seg}^2)$$

$$a = 3{,}27\ \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 42

29. Pasa los siguientes kilogramos fuerza a newtons: 0,24 kgf; 23 kgf; 68,24 kgf; 123,82 kgf; 1.528,28 kgf

– $0{,}24 \text{ kgf} \cdot 9{,}81 \frac{\text{N}}{\text{kgf}} = 2{,}35 \text{ N}.$

– $23 \text{ kgf} \cdot 9{,}81 \frac{\text{N}}{\text{kgf}} = 225{,}6 \text{ N}.$

– $68{,}24 \text{ kgf} \cdot 9{,}81 \frac{\text{N}}{\text{kgf}} = 669{,}4 \text{ N}.$

– $123{,}82 \text{ kgf} \cdot 9{,}81 \frac{\text{N}}{\text{kgf}} = 1.214{,}7 \text{ N}.$

– $1.528{,}28 \text{ kgf} \cdot 9{,}81 \frac{\text{N}}{\text{kgf}} = 14.992{,}4 \text{ N}.$

30. Pasa los siguientes newtons a kilogramos fuerza: 0,59 N; 34 N; 28,4 N; 578,35 N; 1.592,37 N

– $\frac{59 \text{ N}}{9{,}81 \text{ N/kgf}} = 0{,}06 \text{ kgf}$

– $\frac{34 \text{ N}}{9{,}81 \text{ N/kgf}} = 3{,}46 \text{ kgf}$

– $\frac{28{,}4 \text{ N}}{9{,}81 \text{ N/kgf}} = 2{,}89 \text{ kgf}$

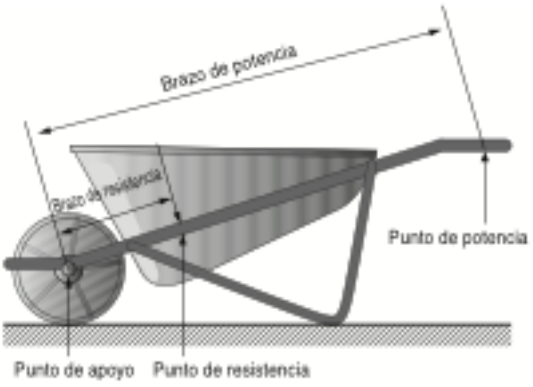
– $\frac{578{,}35 \text{ N}}{9{,}81 \text{ N/kgf}} = 58{,}95 \text{ kgf}$

– $\frac{1.592{,}37 \text{ N}}{9{,}81 \text{ N/kgf}} = 162{,}32 \text{ kgf}$

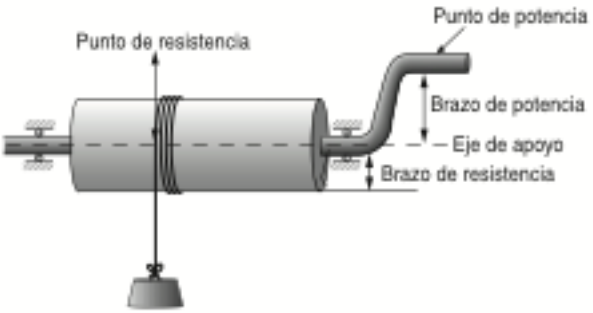
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 44

31. Distingue en las siguientes palancas los puntos de apoyo, puntos de empuje, puntos de resistencia, brazos de potencia y brazos de resistencia, y clasifícalas según el género al que pertenecen. En toda palanca, el producto del empuje por el brazo del empuje es igual al producto de la resistencia por el brazo de resistencia.

Alicate



Carretilla



Torno

Cascanueces

Cubitera

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 46

32. Se desea levantar una masa de 300 kg situada al final de una palanca de 2 metros de longitud, para lo cual se coloca un punto de apoyo a 25 cm de un extremo. ¿Qué esfuerzo se debe hacer en el otro extremo de la barra para que el peso pueda ser levantado?

Resistencia = 300 kgf puesto que estamos en la Tierra.
Brazo de resistencia = 25 cm
Brazo de potencia = 175 cm
De la ley de la palanca tenemos: 300 kgf · 25 cm = P · 175 cm
Despejamos la potencia:

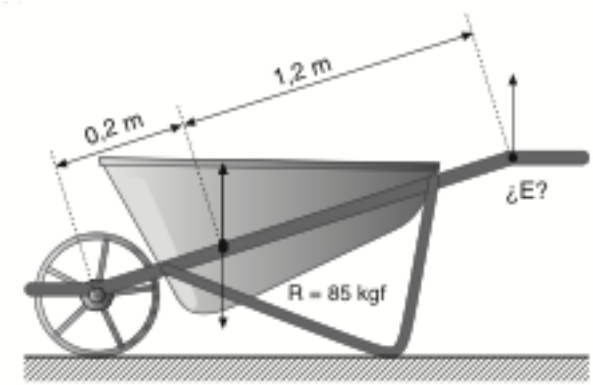
$$P = \frac{300\ \text{kgf} \cdot 25\ \text{cm}}{175\ \text{cm}} = 42{,}8\ \text{kgf}$$

33. Con una palanca de 2 metros de longitud, apoyada a 15 cm de su extremo, se desea elevar un peso de 600 kgf. Calcula la fuerza que es necesario aplicar.

$$600\ \text{kgf} \cdot 15\ \text{cm} = 185\ \text{cm} \cdot P$$

$$P = \frac{600\ \text{kgf} \cdot 15\ \text{cm}}{185\ \text{cm}} = 48{,}6\ \text{kgf}$$

34. Con la carretilla de la figura 1.92 queremos transportar una carga de 85 kg. ¿Qué fuerza debemos aplicar sobre los manillares?



Resistencia = 85 kgf

Brazo de resistencia = 0,2 m

Brazo de potencia = 1,4 m

$85\ \text{kgf} \cdot 0{,}2\ \text{m} = P \cdot 1{,}4\ \text{m}$

$$P = \frac{85\ \text{kgf} \cdot 0{,}2\ \text{m}}{1{,}4\ \text{cm}} = 12{,}14\ \text{kgf}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 49

35. Si el motor de un vehículo le empuja con una fuerza de 57 kgf a una velocidad de 80 km/h, calcula la potencia que desarrolla el motor en CV y kW.

Sabemos por definición que P= F· V;

$$P = 57\ \text{kgf} \cdot 80\ \frac{\text{km}}{\text{hora}} = 57\ \text{kgf} \cdot 80\ \frac{1.000\ \text{m}}{3.600\ \text{seg}} =$$

$$= 57\ \text{kgf} \cdot \frac{80 \cdot 1.000}{3.600}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} =$$

$$= \frac{57 \cdot 80 \cdot 1.000}{3.600}\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$$

$$= \frac{1.266{,}66\ \text{CV}}{75} = 16{,}8\ \text{CV}$$

36. Calcula la potencia del motor que acciona un ascensor de 700 kgf de peso, sabiendo que tarda 28 s en efectuar un recorrido de 20 metros.

$P = F \cdot V = 700\ \text{kgf} \cdot V$

Para calcular la velocidad sabemos:

$P = F \cdot V = 700\ \text{kgf} \cdot V$

Para calcular la velocidad sabemos:

$$V = L/t = \frac{20\ \text{m}}{28\ \text{seg}} = 0{,}71\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$P = 700\ \text{kgf} \cdot 0{,}71\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} =$$

$$\frac{497\ \text{CV}}{75} = 6{,}62\ \text{CV}$$

37. Un motor de 2 CV acciona una bomba hidráulica que sube agua a 6 metros de altura. Calcula el tiempo que tardará en llenar un depósito de 10.000 litros (consideramos a la bomba como un ascensor que sube toda el agua al mismo tiempo).

$P = F \cdot V$; 2 CV =10.000 kgf $\cdot V$

Despejamos la velocidad:

V = 2 CV/10.000 kgf = 2 75 kgf · m/seg /
/10.000 kgf = 2 · 75/10.000 m/seg =
= 0,015 m/seg

Conocemos la velocidad a la que subirá todo el agua y sabemos la altura a la que debe subir. Para calcular el tiempo:

$$V = L/t;\ t = L/V = \frac{6\ \text{m}}{0{,}015\ \text{m/seg}} =$$

$$= \frac{400\ \text{seg}}{60\ \text{seg/min}} = 6{,}66\ \text{minutos.}$$

Nota: *Consideramos que toda el agua sube en bloque puesto que no afecta al resultado real.*

38. A una manivela le aplicamos un par de 6 kgf · m, a un régimen de giro de 30 rev/min. ¿Qué potencia desarrollamos?

$$P = F \cdot V = F\ \text{kgf} \cdot 2\ \pi\ R\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} \cdot N\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} =$$

$$= F \cdot R\ \text{kgf} \cdot \text{m} \cdot \frac{2\pi\ \text{N}}{\text{min}} = 6\ \text{kgf} \cdot \text{m} \cdot \frac{2\pi\ 30}{\text{min}} =$$

$$= 1.130{,}9\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{min}} = 1.130{,}9\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{60\ \text{seg}} =$$

$$= 18{,}85\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$$

39. Un motor Diesel nos proporciona un par de 35 kgf · m a 4.000 rev/min. Calcula la potencia (en CV) que desarrolla el motor a este régimen de funcionamiento.

$$P = F \cdot V = F\ \text{kgf} \cdot 2\ \pi\ R\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} \cdot N\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} =$$

$$= F \cdot R\ \text{kgf} \cdot \text{m} \cdot \frac{2\pi\ \text{N}}{\text{min}} =$$

$$= \frac{35\ \text{kgf} \cdot \text{m} \cdot 2\ \pi \cdot 4.000}{\text{min}} = 35 \cdot 2\pi \cdot 4.000$$

$$\frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{min}} = 35 \cdot 2\pi \cdot 4.000 \cdot \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{60\ \text{seg}} =$$

$$= 14.660{,}8\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = \frac{14.660{,}8}{75}\ \text{CV}$$

$$= 195{,}5\ \text{CV}$$

40. Pasa a vatios las siguientes cantidades: 15 N · cm/s; 17,2 kgf · m/s; 25 DaN · m/min; 62 CV

$$- \ 15 \ \frac{N \cdot cm}{seg} = 15 \ \frac{N \cdot m / 100)}{seg} =$$

$$= \frac{15}{100} \ \frac{N \cdot m}{seg} = 0{,}15 \text{ Vatios}$$

$$- \ 17{,}2 \ \frac{kgf \cdot m}{seg} = 17{,}2 \ \frac{9{,}81 \ N \cdot m}{seg} =$$

$$= 17{,}2 \cdot 9{,}81 \ \frac{N \cdot cm}{seg} = 168{,}73 \text{ Vatios}$$

$$- \ 25 \ \frac{DaN \cdot m}{min} = 25 \ \frac{10 \ N \cdot m}{60 \ seg} =$$

$$= \frac{25 \cdot 10}{60} \ \frac{N \cdot m}{seg} = 4{,}16 \text{ Vatios}$$

$$62 \text{ CV} = 62 \ \frac{75 \ kgf \cdot m}{seg} = 62 \cdot 75 \ \frac{kgf \cdot m}{seg} =$$

$$= 62 \cdot 75 \ \frac{9{,}81 \ N \cdot m}{seg} = 45.616{,}51 \text{ Vatios}$$

41. Pasa a caballos las cantidades del ejercicio anterior.

$$- \ 15 \ \frac{N \cdot cm}{seg} = 15 \ \frac{N \cdot m / 100)}{seg} =$$

$$= \frac{15}{100} \ \frac{N \cdot cm}{seg} = \frac{15}{100} \ \frac{kgf / 9{,}81) \cdot m}{seg}$$

$$= 0{,}15 \text{ Vatios}$$

$$- \ 17{,}2 \ \frac{kgf \cdot m}{seg} = 17{,}2 \ \frac{9{,}81 \ N \cdot m}{seg} =$$

$$= 17{,}2 \cdot 9{,}81 \ \frac{N \cdot cm}{seg} = 168{,}73 \text{ Vatios}$$

– $25\ \frac{\text{DaN}\cdot\text{m}}{\text{min}} = 25\ \frac{10\ \text{N}\cdot\text{m}}{60\ \text{seg}} =$

$= \frac{25\cdot 10}{60}\ \frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{seg}} = \frac{25\cdot 10}{60}\ \frac{\text{kgf}/9{,}81\cdot\text{m}}{\text{seg}}$

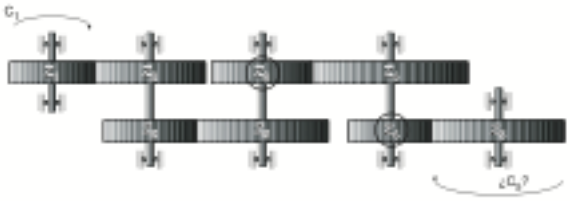
$= \frac{25\cdot 10}{60\cdot 9{,}81}\ \frac{\text{kgf}\cdot\text{m}}{\text{seg}} = \frac{25\cdot 10}{60\cdot 9{,}81}\ \frac{\text{CV}}{75} =$

$\frac{25\cdot 10}{60\cdot 9{,}81\cdot 75}\ \text{CV} = 0{,}0056\ \text{CV}$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 52

42. Dado el siguiente tren de engranajes en paralelo, si conocemos el número de dientes de cada una de las ruedas y el par de la conductora, calcula el par de la conducida.

Calculamos cada una de las relaciones de transmisión simples:



$$R_{T12} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{C_2}{C_1} \qquad R_{T23} = \frac{Z_3}{Z'_2} = \frac{C_3}{C_2}$$

$$R_{T34} = \frac{Z_4}{Z'_3} = \frac{C_4}{C_3} \qquad R_{T45} = \frac{Z'_5}{Z_4} = \frac{C_5}{C_4}$$

-Multiplicamos por separado las relaciones de transmisión simples de los dientes y de los pares.

$$R_{TT} = \frac{Z_2}{Z_1}\cdot\frac{Z_3}{Z'_2}\cdot\frac{Z_4}{Z'_3}\cdot\frac{Z_5}{Z'_4} = \frac{Z_2\cdot Z_3\cdot \cancel{Z_4}\cdot Z_5}{Z_1\cdot Z'_2\cdot Z'_3\cdot \cancel{Z'_4}} =$$

$$= Z_2\cdot Z_3\cdot Z'_5 \backslash Z_1\cdot Z'_2\cdot Z'_3$$

$$R_{TT} = \frac{\cancel{C_3}}{\cancel{C_2}}\cdot\frac{\cancel{C_4}}{\cancel{C_3}}\cdot\frac{C_5}{\cancel{C_4}} = \frac{C_5}{C_1}$$

-Igualamos las dos expresiones y tenemos la relación de transmisión total, en función de la relación entre los dientes y entre los pares.

$$R_{TT} = \frac{Z_2\cdot Z_3\cdot Z_4\cdot Z'_5}{Z_1\cdot Z'_2\cdot Z'_3\cdot Z'_4} = \frac{C_5}{C_1}$$

– Conocemos los dientes y tenemos la relación de transmisión:

$$R_{TT} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z'_5}{Z_1 \cdot Z'_2 \cdot Z'_3 \cdot Z'_4}$$

También conocemos el par conductor C1:

$$R_{TT} = \frac{C_5}{C_1}$$
$$C_5 = R_{TT} \cdot C_1$$

43. Dado el siguiente tren de engranajes serie-paralelo, si conocemos el número de dientes de cada una de las ruedas y el par de la conductora, calcula el par de la conducida.

Calculamos cada una de las relaciones de transmisión simples:

$$R_{T12} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{C_2}{C_1} \qquad R_{T23} = \frac{Z'_3}{Z_2} = \frac{C_3}{C_2}$$
$$R_{T34} = \frac{Z'_4}{Z_3} = \frac{C_4}{C_3} \qquad R_{T45} = \frac{Z'_5}{Z_4} = \frac{C_5}{C_4}$$
$$R_{T56} = \frac{Z_6}{Z_5} = \frac{C_6}{C_5}$$

-Multiplicamos por separado las relaciones de transmisión simples de los dientes y de los pares.

$$R_{TT} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z'_3}{Z_2} \cdot \frac{Z'_4}{Z_3} \cdot \frac{Z'_5}{Z_4} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} =$$

$$\frac{Z'_3 \cdot Z'_4 \cdot Z'_5 \cdot Z'_6}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z_5} =$$

$$R_{TT} = \frac{\cancel{C_2}}{C_1} \cdot \frac{\cancel{C_3}}{\cancel{C_2}} \cdot \frac{\cancel{C_4}}{\cancel{C_3}} \cdot \frac{C_5}{\cancel{C_4}} = \frac{C_5}{C_1}$$

-Igualamos las dos expresiones y tenemos la relación de transmisión total, en función de la relación entre los dientes y entre los pares.

$$R_{TT} = \frac{Z'_3 \cdot Z'_4 \cdot Z'_5 \cdot Z'_6}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z_5} = \frac{C_5}{C_1}$$

– Conocemos los dientes y tenemos la relación de transmisión:

$$R_{TT} = \frac{Z'_3 \cdot Z'_4 \cdot Z'_5 \cdot Z_6}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdot Z_5}$$

También conocemos el par conductor C1:

$$R_{TT} = \frac{C_5}{C_1}$$

$$C_5 = R_{TT} \cdot C_1$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 53

44. Demuestra a partir de la actividad anterior la ley de la conservación de la energía: la potencia motriz, o que entra, es igual a la potencia resistente, que sale.

$$\text{Potencia motriz} = \frac{2\pi \cdot 10 \cdot 120}{60} \ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$$

$$= 125{,}66 \ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$$

$$\text{Potencia resistencia} = F \cdot V = 3.400 \text{ kgf} \cdot \text{V}$$

Para calcular v tenemos que

$$R_T = Z = \frac{N}{N_2}; \ 34 = \frac{120 \cdot \text{rev/min}}{N_2}$$

$$N_2 = \frac{120 \cdot \text{rev/min}}{34} = 3{,}53 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$V = 3{,}53 \cdot \frac{\text{rev}}{\text{min}} \ 2\pi 10 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 221{,}8 \ \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$= 221{,}8 \ \frac{\text{m/100}}{60\text{seg}} = \frac{221{,}8}{100 \cdot 60} \ \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 0{,}037 \ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Que sustituyendo en la potencia resistente:

$$P_{\text{resistente}} = 3.400 \text{ kgf} \ \ 0{,}057 \ \frac{\text{m}}{\text{seg}} =$$

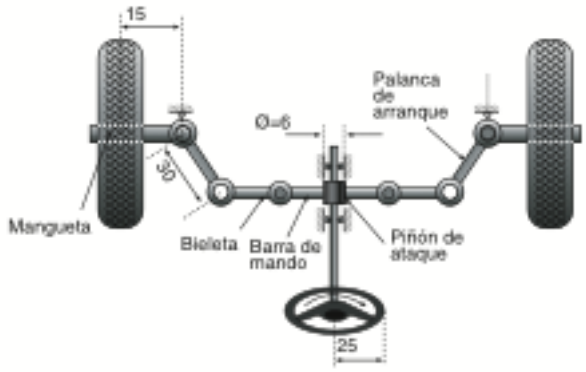
$$= 125{,}6 \ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$$

De todo ello tenemos que:

$$P_{\text{motriz}} = P_{\text{resistente}} = 125{,}6 \ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 55

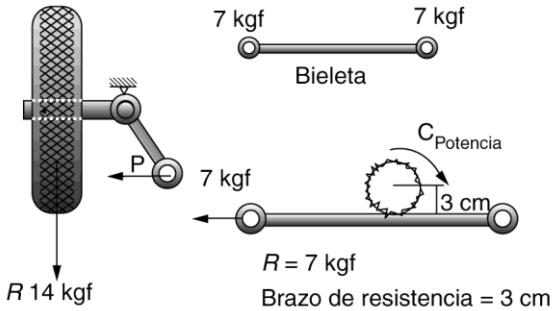
45. En la dirección de cremallera de la figura 1.105. Calcula la fuerza que tenemos que aplicar en el volante, para vencer la resistencia de giro, si para cada rueda la fuerza es de 14 kgf.



Se trata de una cadena de transmisiones que iremos estudiando desde la rueda hasta el volante:

$$14 \text{ kgf} \cdot 15 \text{ cm} = P \cdot 30 \text{ cm}$$

$$P = \frac{14 \text{ kgf} \cdot 15 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 7 \text{ kgf}$$

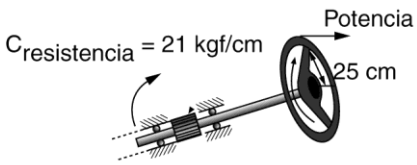


$R = 7$ kgf

Brazo de resistencia = 3 cm

$C_{potencia} = 7 \text{ kgf} \cdot 3 \text{ cm}$

$= 21 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$



$$\text{Potencia} \cdot 25 \text{ cm} = 21 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\text{Potencia} = \frac{21 \text{ kgf} \cdot \text{cm}}{25 \text{ cm}} = 0{,}84 \text{ kgf}$$

Como son dos ruedas:

$$\text{Potencia} = 0{,}84 \text{ kgf} \cdot 2 = 1{,}68 \text{ kgf}$$

ACTIVIDADES FINALES. PÁG.56,57

1. Localiza los elementos de guiado entre los componentes móviles: pistón - enalbloque. Explica su forma de montaje y ajuste.

– En el árbol de levas se utilizan cojinetes enterizos o casquillos. Éstos van fijos en un agujero del bloque o culata, por un acoplamiento forzado, y se deslizan por la parte interior con el árbol**.**
Cuando hay holgura entre el casquillo y el árbol rectificamos el árbol y sustituimos el cojinete por otro nuevo de sobremedida en el que no entraría el eje rectificado, a no ser que escariemos el nuevo cojinete.
– En el cigüeñal se utilizan cojinetes partidos o semicojinetes, tanto para los semicojinetes de biela como para los de apoyo. La fijación se consigue mediante el sombrerete que los mantiene sujetos a la cabeza de biela o al asiento en el bloque, debido a la presión del sombrerete y al talón de posicionado. Los sombreretes se unen a la mitad de la cabeza de biela y al bloque a través de dos tornillos.
Para evitar el desplazamiento axial del cigüeñal respecto al bloque se emplean dos semicojinetes axiales, uno hace tope en un sentido y otro en el otro, que se fijan en los mismos sombreretes que los radiales.
Para su ajuste rectificamos las muñequillas del cigüeñal, que se unen a las bielas, o los muñones, por donde se une al bloque, y se sustituyen los semicojinetes por otros de mayor grosor, «cojinetes con sobremedida», que cubran el espacio perdido en el rectificado. Se consigue así un ajuste con un juego adecuado.

2. Calcula el módulo de una rueda dentada si tiene 50 dientes y un radio primitivo de 90 mm.

Sabemos por definición que: $m=d/z$
Y sustituyendo, nos queda: m=90 mm/50 dientes =1,8 mm/diente

3. Si dos ruedas dentadas engranan, ¿tienen el mismo paso? Explícalo.

Como sabemos, el paso de una rueda dentata es el arco de circunferencia primitiva comprendida entre los centros de dos dientes consecutivos. Cuando dos ruedas engranan se entrelazan sus dientes, y para que esto ocurra necesitan tener las dos la
misma separación entre diente y diente, o sea, el mismo paso.

4. Demuestra que si dos ruedas dentadas tienen el mismo paso, también tienen el mismo módulo.

Consideremos la rueda «1» con Z_1, D_1 y M_1 y la rueda «2» con Z_2, D_2 y M_2; número de dientes, diámetro primitivo y módulo respectivamente.
Si la «1» tiene un paso P_1, o distancia entre dos dientes consecutivos, la longitud de la circunferencia primitiva será:
$L_1 = P_1*Z_1$ y también será igual a
$L_1 = 2*\pi*R_1 = \pi*D_1$
De donde tenemos que:
$P_1*Z_1 = \pi*D_1$
como sabemos el módulo de esta rueda es:
$M_1 = D_1/Z_1 = P_1/\pi$; si hacemos lo mismo para la
«2» $M_2 = P_2/\pi$

Para la primera tenemos que el paso es igual a:
$P_1 = M_1 * \pi$; y para la segunda $P_2 = M_2 * \pi$
Como el paso en las dos es el mismo:
$P_1 = P_2$ esto quiere decir que $M1 * \pi = M_2 * \pi$, por tanto $M_1 = M_2$.

5. ¿Cómo extraerías un espárrago que no se desenrosca bien?

En la parte roscada enroscaría dos tuercas, una como tuerca y otra como contratuerca, y al quedar bloqueadas podría forzar el giro del espárrago.

6. ¿Cuáles son las medidas nominales que caracterizan a cada una de las piezas siguientes? Si tuvieras que pedir una pieza de estas, ¿qué medida le darías al almacenista?
Tornillo; tuerca; arandela; anillos seegers para ejes y agujeros; arandelas de retención; anillos de retención; tornillos prisioneros; pasadores; abrazaderas; casquillos elásticos; ejes ranurados; retenes; fuelles o guardapolvos; rodamientos

Consideramos como medidas nominales aquéllas que son decisivas para el correcto funcionamiento e intercambiabilidad de las piezas.
– **Tornillos:** el tipo de rosca (métrica, gas o Whitworht), el diámetro interior de la rosca, la resistencia mecánica que soporta, según el sistema numérico normalizado y el grosor.
– **Tuerca:** el tipo de rosca (métrica, gas o Whitworht), el diámetro exterior, la longitud del vástago, el tramo liso roscado, si los hubiera y la resistencia mecánica. (Ver figura 4.18 del tema 4).
– **Arandela:** sus diámetros (interior y exterior) y su espesor.
– **Anillos Seegers para ejes y agujeros:** el diámetro de eje o del agujero al que se adaptan.
– **Arandelas de retención:** diámetro interior.
– **Anillos de retención:** los mismo que en las arandelas.
– **Tornillos prisioneros:** lo mismo que en las tuercas.
– **Pasadores:** el diámetro y la longitud del agujero donde van a entrar.
– **Abrazaderas:** el diámetro del manguito o tubo que quiere unir.
– **Casquillos elásticos:** sus diámetros (interior y exterior) y longitud.
– **Ejes ranurados:** diámetro exterior y dimensiones de las ranuras.
– **Retenes:** diámetros (interior y exterior) y espesor. (Ver figura 1.29 del presente tema).
– **Fuelles o guardapolvos:** diámetros de ambos extremos y longitud.
– **Rodamientos:** diámetros (interior y exterior) y anchura. (Ver figura 1.35).

7. ¿Qué tipo de correa trapezial deberíamos emplear en una transmisión, donde la polea menor gira a 2.500 rpm y la potencia a transmitir es de 5,88 kW? ¿Y para 300 rpm y 20 CV?

Operamos según la actividad propuesta de la página 39 y tenemos que la primera polea será del tipo «A» y la segunda del tipo «C» o «D».

8. ¿Qué diferencia hay entre una junta homocinética y no homocinética? ¿Cuáles conoces de un tipo u otro?

Las juntas son los elementos encargados de transmitir el giro de un árbol a otro permitiendo a la vez desplazamientos angulares entre los árboles.
Cuando la velocidad del conducido no es igual a la del árbol conductor, sino que fluctúa regularmente durante su giro, decimos que la junta no es homocinética. Y si conseguimos que

las velocidades siempre sean iguales, decimos que la junta es homocinética.
– Juntas no homocinéticas son las juntas elásticas y las juntas *cardan* de cruceta.
– Juntas homocinéticas son las dobles juntas *cardan* de cruceta y las juntas *cardan* de rótula.

9. ¿Dónde encontrarías juntas elásticas en un vehículo?

En el árbol de la dirección, (véase la pieza «F» en la figura de la actividad propuesta de la página 30).

10. ¿Dónde encontrarías juntas homocinéticas en un vehículo? ¿De qué tipo son?

Juntas homocinéticas son las de las transmisiones o palieres de un vehículo y son dos juntas *cardan* de rótula en cada una de ellas.

11. Cambia a m/seg las siguientes velocidades: 23 km/h; 245 m/min; 23.400 m/h; 90 km/h; 346 m/min.

$$-23\ \frac{\text{km}}{\text{hora}} = 23\ \frac{1.000\ \text{km}}{3.600\ \text{seg}} =$$

$$= \frac{23 \cdot 1.000}{3.600}\ \frac{\text{km}}{\text{hora}} = 9\ \frac{\text{km}}{\text{hora}}$$

$$-245\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 245\ \frac{\text{m}}{60\ \text{seg}} =$$

$$= \frac{245}{60}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 4{,}08\ \frac{\text{km}}{\text{hora}}$$

$$-23.400\ \frac{\text{m}}{\text{hora}} = 23.400\ \frac{\text{m}}{60\ \text{seg}} =$$

$$= \frac{23.400}{60}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 390\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$-90\ \frac{\text{km}}{\text{hora}} = 90\ \frac{1.000\ \text{m}}{3.600\ \text{seg}} =$$

$$= \frac{90 \cdot 1.000}{3.600}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 25\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$-346\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 346\ \frac{\text{m}}{60\ \text{seg}} =$$

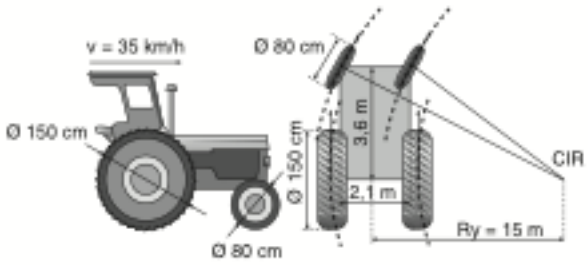
$$= \frac{346}{60}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 5{,}76\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

12. Sabemos que el tractor de la figura 1.106 se mueve en línea recta a 35 km/h. Calcula la velocidad angular de las ruedas delanteras y traseras.

– Para la rueda grande:

$$N = \frac{35 \text{ km/hora}}{2\pi \cdot 75 \text{ cm/rev}} = \frac{35 \cdot 10.000 \text{ cm}}{2\pi\ 75 \text{ cm/rev}} =$$

$$= \frac{35 \cdot 10.000}{2\pi \cdot 75 \cdot 60} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 123{,}75 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$



– Para la rueda pequeña:

$$N = \frac{35 \text{ km/hora}}{\pi \cdot 80 \text{ cm/rev}} = \frac{35 \cdot 100.000/60 \text{ cm}}{\pi \cdot 80 \text{ cm/rev}} =$$

$$= \frac{3.500.000}{\pi \cdot 80 \cdot 60} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 232{,}1 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

13. Si el mismo tractor coge una curva de radio de giro de 15 metros y la rueda delantera izquierda gira a las mismas revoluciones que en el ejercicio anterior, calcula las revoluciones a las que giran las demás ruedas. (Sabemos que la velocidad a la que se desplaza el tractor es la media de la velocidad lineal de las cuatro ruedas).

Le velocidad lineal del eje de la rueda delantera izquierda es 35 Km/hora y la distancia de este eje CIR será:

$$L = \sqrt{15 + \frac{2{,}1}{2}^{2} + 3{,}6^2} = 16{,}45 \text{ m}$$

La velocidad angular del tractor será:

$$N = \frac{35 \text{ km/hora}}{2 \cdot \pi \cdot 16{,}45 \text{ m/rev}} = 35 \frac{1.000 \text{ m/60min}}{2 \cdot \pi \cdot 16{,}45 \text{ m/rev}} =$$

$$= \frac{35 \cdot 1.000}{2 \cdot \pi \cdot 16{,}45 \cdot 60} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 5{,}64 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

La velocidad lineal de los ejes de cada una de la ruedas:

– rueda delantera derecha:

$$L = \sqrt{36^2 + 15 + \frac{2{,}1}{2}^{2}} = 14{,}4 \text{ m} =$$

$$V = 5{,}64 \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 2\pi \cdot 14{,}4 \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 510{,}3 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– rueda trasera izquierda:

$$L = 15 + \frac{2{,}1}{2} = 16{,}05 \text{ m}$$

$$V = 5{,}64 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 16{,}05 \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 568{,}76 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– rueda trasera derecha:

$$L = 15 - \frac{2{,}1}{2} = 13{,}95 \text{ m}$$

$$V = 5{,}64 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 13{,}95 \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 494{,}3 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

La velocidad angular de cada una de las ruedas:

– rueda delantera derecha:

$$N = \frac{510{,}3 \text{ m/min}}{\pi \cdot 80 \text{ cm/rev}} = \frac{510{,}3\ 100 \text{ cm/min}}{\pi \cdot 80 \text{ cm/rev}} =$$

$$= \frac{510{,}3 \times 100}{\pi \cdot 80} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 203 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– rueda trasera izquierda:

$$N = \frac{568{,}76 \text{ m/min}}{\pi \cdot 150 \text{ cm/rev}} = \frac{568{,}76 \cdot 100 \text{ cm/min}}{\pi \cdot 150 \text{ cm/rev}} =$$

$$= \frac{568{,}76 \cdot 100}{\pi \cdot 150} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 120{,}7 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– rueda trasera derecha:

$$N = \frac{494{,}3 \text{ m/min}}{\pi \cdot 150 \text{ cm/rev}} = \frac{494{,}3 \cdot 100 \text{ cm/min}}{\pi \cdot 150 \text{ cm/rev}} =$$

$$= \frac{494{,}3 \cdot 100}{\pi \cdot 150} \frac{\text{rev}}{\text{min}} = 104{,}9 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

14. En la bicicleta de la figura 1.107 la rueda trasera gira a 200 rev/min. Calcula la velocidad a la que gira la rueda delantera, así como la velocidad a la que se desplaza la bicicleta.

En la bicicleta de la figura, la rueda trasera gira a 200 (rev/min). Calcular la velocidad a la que gira la rueda delantera y la velocidad a la que se desplaza la bicicleta.

– Velocidad del eje de la rueda trasera:

$$N = 200\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \pi \cdot 90\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 5.654{,}8\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= 56{,}54\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– Velocidad angular de la bicicleta:

$$N = \frac{5.654{,}8\ \text{cm/min}}{2\pi \cdot 20\ \text{m/rev}} =$$

$$= \frac{5.654{,}8\ \text{cm/min}}{2\pi \cdot 20 \cdot 100\ \text{cm/rev}} = 0{,}45\ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– Velocidad lineal del eje delantero:

$$L = \sqrt{20^2 + 1{,}5^2} = 20{,}056\ \text{m}$$

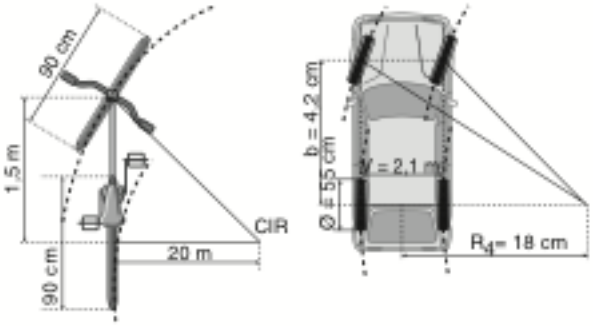
$$V = 0{,}45\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 20{,}056\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 56{,}7\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– Velocidad a la que se desplaza la bicicleta:

$$V = \frac{56{,}54\ \text{m/min} + 56{,}7\ \text{m/min}}{2} =$$

$$= 56{,}62\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

15. En el vehículo de la figura 1.108 la rueda delantera izquierda gira a 350 rev/min. Calcula la velocidad con que giran las demás ruedas y la velocidad a la que se desplaza el vehículo.



– Velocidad del eje de la rueda delantera izquierda:

$$V = 350\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \pi \cdot 55\ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 60.475{,}8\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= 604{,}76\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– Velocidad angular del coche:

$$L = \sqrt{18 + \frac{2{,}1}{2}^{2} + 4{,}2^{2}} = 19{,}5\ \text{m}$$

$$N = \frac{604{,}76\ \text{m/min}}{2\pi \cdot 19{,}5\ \text{m/rev}} = 4{,}93\ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

Ahora calculemos la velocidad lineal del eje de cada rueda:

– rueda delantera derecha:

$$L = \sqrt{18 - \frac{2{,}1}{2}^{2} + 4{,}2^{2}} = 17{,}46\ \text{m}$$

$$V = 4{,}93\ \frac{\text{rev}}{\text{min}}\ 2\pi \cdot 17{,}46\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 540{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{rev}}$$

– rueda trasera izquierda:

$$L = 18 + \frac{21}{2} = 19{,}05\ \text{m}$$

$$V = 4{,}93\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 19{,}05\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 590{,}1\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

– rueda trasera derecha:

$$L = 18 - \frac{2{,}1}{2} = 16{,}95\ \text{m}$$

$$V = 4{,}93\ \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 16{,}95\ \frac{\text{m}}{\text{rev}} = 525\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Conocida la velocidad lineal de cada eje, calculamos la velocidad angular de cada rueda:

– rueda trasera derecha:

$$N = 540{,}8 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} \Big/ \pi \cdot 55 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$540{,}8 \cdot 100 \ \frac{\text{cm}}{\text{min}} \Big/ \pi \cdot 55 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 313 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– rueda trasera izquierda:

$$N = 590{,}1 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} \Big/ \pi \cdot 55 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 341{,}5 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– rueda trasera derecha:

$$N = 525 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} \Big/ \pi \cdot 55 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$525 \cdot 100 \ \frac{\text{cm}}{\text{min}} \Big/ \pi \cdot 55 \ \frac{\text{cm}}{\text{rev}} = 303{,}84 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

– La velocidad lineal del vehículo será:

$$V = \left[604{,}76 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} + 540{,}8 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} + 590{,}1 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} + 525 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \Big/ 4 = 565{,}2 \ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 565{,}2 \ \frac{\text{km}}{1.000} \Big/ \frac{\text{hora}}{60} = 33{,}9 \ \frac{\text{km}}{\text{hora}}$$

16. Para tensar un cable utilizamos un tornillo tensor como el de la figura 1.109. Se trata de dos tornillos, uno a derecha y otro a izquierda, de tal manera que ambos se enroscan o desenroscan al mismo tiempo. Considerando que el paso de rosca es de 1 mm, calcula con qué velocidad contraemos el cable si lo hacemos girar a una velocidad media de 25 rev/min.

$$V = 25 \ \frac{\cancel{\text{rev}}}{\text{min}} \cdot 2 \ \frac{\text{mm}}{\cancel{\text{rev}}} = 50 \ \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

17. Pasa a CV las siguientes potencias: 18.000 W; 6 kW; 358 kgf · m/s

– $18.000 \text{ vatios} = 18.000 \dfrac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$

$18.000 \dfrac{\text{kgf/9,81} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$

$= \dfrac{18.000}{9,81} \dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = \dfrac{18.000}{9,81} \dfrac{\text{CV}}{75} =$

$= \dfrac{18.000}{9,81 \cdot 75} \text{ CV} = 24,46 \text{ CV}$

– $6 \text{ watios} = 6.000 \dfrac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$

$= 6.000 \dfrac{\text{kgf/9,81} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = \dfrac{6.000}{9,81} \dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$

$= \dfrac{6.000}{9,81} \cdot \dfrac{\text{CV}}{75} \ 8,15 \text{ CV}$

– $3,58 \dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = 358 \dfrac{\text{CV}}{75} = 4,77 \text{ CV}$

18. Un motor alternativo desarrolla una potencia de 120 CV a 5.500 rev/min. Calcula el par que transmite en kgf · m.

$P = \dfrac{2\pi \, C \, N}{60} \dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$

Aplicamos la expresión anterior:

$$P = 120 \text{ CV} \cdot 75 \frac{\dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}}{\text{CV}} = 9.000 \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$$

$$9.000 \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = \frac{2\pi \cdot \text{C kgf} \cdot \text{m} \ 5.500 \dfrac{\text{rev}}{\text{min}}}{60}$$

$$C = \frac{9.000 \cdot 60}{2\pi \cdot 5 \cdot 500} = 15,62 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

19. Si el motor del ejercicio anterior transmite un par de 110 kgf · m a 4.400 rev/min, ¿qué potencia desarrolla a este régimen?

$P = \dfrac{2\pi \, 110 \cdot 4.400}{60} \dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = 50.684 \dfrac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}$

$= 50.687 \dfrac{\text{CV}}{75} = 675,8 \text{ CV}$

20. El motor anterior tira del vehículo de 1.200 kg de masa a una velocidad de 70 km/h con una relación en el cambio tal que el motor gira a 5.500 rev/min y desarrolla la potencia máxima de 120 CV. Por otra parte, a esa velocidad la resistencia aerodinámica es de 50 kgf y la de rodadura de 26 kgf. Calcula:

a) La fuerza con la que tira el motor del vehículo.

b) La aceleración o reprís del vehículo en esas condiciones.

a) La fuerza con la que tira el motor del vehículo.

Calculamos el par, que como sabemos del ejercicio 2 es:

$C = 15{,}62 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Como vimos en la actividad desarrollada 6:

$C_{\text{potencia}} = R \cdot \text{brazo de resistencia}$

Nota: Necesitamos como datos el diámetro de la rueda ø = 55 cm

$15{,}621 \text{ kgf} \cdot \text{m} = \text{R} \cdot 27{,}5 \text{ cm}$

$$R = \frac{15{,}621 \text{ kgf} \cdot \text{m}}{27{,}5 \text{ cm}} =$$

$$= \frac{15{,}62 \text{ kgf} \cdot 100 \text{ cm}}{27{,}5 \text{ cm}} = 56{,}8 \text{ kgf}$$

b) La aceleración o reprís del vehículo en esas condiciones.

$F_{\text{total}} = F_{\text{adelante}} - F_{\text{hacia atrás}} = 56{,}8 \text{ kgf} -$

$- 50 \text{ kgf} - 26 \text{ kgf} = -19{,}2 \text{ kgf}$

$$F = m \cdot a \;\; ; \;\; a = \frac{-19{,}2 \text{ kgf}}{m}$$

Nota: Necesitamos como dato la masa del vehículo m = 1 200 kg).

$$a = \frac{-19{,}2 \cdot 9{,}81 \text{ N}}{1.200 \text{ kg}} =$$

$$\frac{-188{,}35 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{1.200 \text{ kg}} = 0{,}156 \text{ m\seg}$$

Al ser la aceleración negativa, el vehículo va perdiendo velocidad.

21. Un motor capaz de desarrollar una potencia máxima de 115 CV a 5.200 rev/min está acoplado a un vehículo con ruedas de 45 cm de diámetro, con la caja de cambios simplificada y el grupo cónico-reductor de la figura 1.110. Calcula:

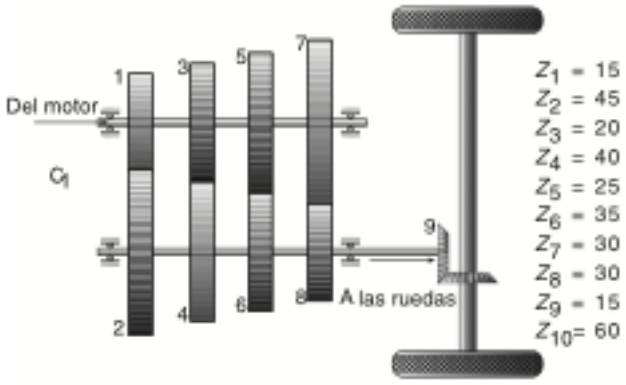
a) El par que desarrolla el motor.

b) La velocidad máxima y la mínima alcanzadas por el vehículo (para el régimen de 5.200 rev/min).

c) El par máximo y el mínimo transmitidos a las ruedas.

d) Las fuerzas de impulsión máxima y mínima.

e) La potencia de salida o resistente para los dos casos anteriores.



a) El par que desarrolla el motor.

$$P = 115 \text{ CV} = 115 \frac{75 \text{ kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$$

$$= 8.625 \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}}; \; 8.625 = \frac{2\pi \cdot C \cdot 5.200}{60}$$

$$C = \frac{8.625 \cdot 60}{2\pi \cdot 5.200} = 15{,}8 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

b) La velocidad máxima y la mínima alcanzadas por el vehículo (para el régimen de 5.200 rev/min).

– $V_{máx}$

$$R_{t4^a} = \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{60}{15} = 4$$

$$R_{t4^a} = 4 = \frac{N_{motor}}{N_{rueda}}$$

$$N_{rueda} = \frac{N_{motor}}{4} = \frac{5.200 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{4} =$$

$$1.300 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$V_{máx} = 1.300 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \pi \cdot 45 \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$= 1.300 \cdot \pi \cdot 45 \frac{\frac{\text{km}}{100.000}}{\frac{\text{hora}}{60}} =$$

$$= \frac{1.300 \cdot \pi \cdot 45 \cdot 60}{100.000} \frac{\text{km}}{\text{hora}} = 110{,}3 \frac{\text{km}}{\text{hora}}$$

– $V_{mín}$

$$R_{P1ª} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_4} = \frac{45}{15} \cdot \frac{60}{15} = 12$$

$$R_{T1ª} = 12 = \frac{N_{motor}}{N_{rueda}}$$

$$N_{rueda} = \frac{N_{motor}}{12} = \frac{5.200 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{12} =$$

$$= 433{,}5 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$V_{mín} = 433{,}3 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \pi \cdot 45 \frac{\text{cm}}{\text{rev}} =$$

$$= 433{,}3 \cdot \pi \cdot 45 \frac{\frac{\text{km}}{10.000}}{\frac{\text{hora}}{60}} =$$

$$= \frac{433{,}3 \cdot \pi \cdot 45 \cdot 60}{100.000} \frac{\text{km}}{\text{hora}} = 36{,}75 \frac{\text{km}}{\text{hora}}$$

c) El par máximo y el mínimo transmitidos a las ruedas.

$$\frac{C_{máx}}{C_{motor}} = R_{T1ª}$$

$$C_{máx} = C_{motor} \cdot R_{T1ª}$$

$$C_{máx} = 15{,}8 \text{ kgf} \cdot \text{m} \cdot 12 = 189{,}6 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\frac{C_{mín}}{C_{motor}} = R_{T4ª}$$

$$C_{mín} = C_{motor} \cdot R_{T4ª} = 15{,}8 \text{ kgf} \cdot \text{m} \cdot 4 =$$

$$= 63{,}2 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

d) Las fuerzas de impulsión máxima y mínima.

$$F_{máx} = \frac{C_{máx}}{22,5}\ \text{cm} = \frac{189,6\ \text{kgf} \cdot \text{m}}{22,5\ \text{cm}} =$$

$$= \frac{189,6\ \text{kgf} \cdot 100\ \text{cm}}{22,5\ \text{cm}} = \frac{18.960}{22,5}\ \text{kgf} =$$

$$= 842,6\ \text{kgf}$$

$$F_{mín} = \frac{C_{mín}}{22,5\ \text{cm}} = \frac{63,2\ \text{kgf} \cdot \text{m}}{22,5\ \text{c}}\text{m} =$$

$$= \frac{63,2\ \text{kgf} \cdot 100\ \text{cm}}{22,5\ \text{cm}} = \frac{6.320}{22,5}\ \text{kgf} = 281\ \text{kgf}$$

e) La potencia de salida o resistente para los dos casos anteriores.

$$P_{1ª} = 842,6\ \text{kgf} \cdot 36,75\ \frac{\text{km}}{\text{hora}} =$$

$$= 30.965\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{km}}{\text{hora}}$$

$$P_{4ª} = 281\ \text{kgf} \cdot 110,3\ \frac{\text{km}}{\text{hora}} =$$

$$= 30.994\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{km}}{\text{hora}}$$

Aunque en número no coinciden las potencias porque hemos despreciado los decimales en los redondeos, realmente son iguales entre sí y coinciden con la de entrada 115 CV.

22. Clasifica los siguientes elementos, según el esfuerzo principal al que están sometidos: remache, árbol de transmisión, pasadores, broca de taladro, viga de la construcción, destornillador, chaveta, cadena, pasador o rodillo de cadena, columna de la construcción, correa, cable, manivela, cuerda, bulón.

– Esfuerzo de tracción: remache, cadena, correa, cable, cuerda.
– Esfuerzo de compresión: columna de la construcción.
– Esfuerzo de cortadura: pasadores, chaveta, rodillo de cadena, bulón.
– Esfuerzo de torsión: árbol de la transmisión, broca de taladro, destornillador.
– Esfuerzo de flexión: columna de la construcción, manivela.

23. Los elementos enumerados en la actividad anterior, ¿cómo crees que se romperían, por fatiga o por rotura?

Depende del tipo de estructuras en que se empleen: si son móviles puede ser por fatiga y si son fijas será por deformación.
– Por fatiga: remache, árbol de la transmisión, pasadores, broca de taladro, destornillador, chaveta, cadena, rodillo de cadena correa, bulón, manivela (todas éstas pueden romper tanto por fatiga como por deformación).
– Por deformación: viga de la construción, columna de la construcción.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS PÁG. 59

1. Un tornillo de cabeza hexagonal es un elemento:
b) De unión.

2. Las arandelas *grower,* ¿de qué material están fabricadas?
d) Acero elástico.

3. Las uniones elásticas o *silentblocs* utilizan un vínculo intermedio flexible, ¿qué material se utiliza?
a) Caucho o goma.

4. En las articulaciones de rótula siempre está presente:
a) Una unión esférica.

5. En la fabricación de cojinetes se utiliza material antifricción, ¿qué propiedad lo hace aconsejable?
a) La resistencia al desgaste.

6. Si tenemos un rodamiento cuya denominación es 32203 ZZ, ¿qué significado tienen las ZZ?
b) Que dispone de dos protecciones, una a cada lado del rodamiento.

7. Para que dos ruedas engranen una con otra, es necesario que las dos tengan:
a) El mismo módulo.

8. En el movimiento angular de un coche tomando una curva a la derecha, ¿qué rueda es la que tiene menor velocidad angular?
d) La trasera derecha.

9. En un conjunto de piñón y ruedas dentadas que engranan entre sí, ¿cómo son las velocidades lineales de sus circunferencias primitivas?
c) Iguales las dos.

10. Si una pieza se parte con una carga muy inferior a la carga de rotura, cuando está sometida a esfuerzos variables, diremos que se ha roto por:
d) Fatiga.

11. Tenemos dos volantes de dirección, uno tiene el doble de diámetro que el otro. El esfuerzo que tenemos que hacer en el pequeño para producir el mismo momento o par será:
d) El doble.

12. ¿Cuál es la unidad de potencia en el S.I.?
a) Vatio.

UNIDAD 2: Leyes fundamentales de hidráulica y neumática

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 70

1. ¿Sabes cuál es la densidad del agua?

Un litro de agua pesa un kilo; por tanto:

$$d = \frac{m}{V} = 1\ \frac{\text{kg}}{\text{litro}} = 1\ \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

2. Clasifica de más a menos densos: el aire, el agua y el aceite.

El aceite flota en el agua, por lo que es menos denso.
Por orden de más a menos denso tenemos: agua, aceite y aire.

3. Pasa a kg/litro las siguientes densidades: 1.000 kg/m^3; 1.000.000 kg/dam^3; 1.000.000 kg/hm^3

Sabemos que 1 dm^3 = 1 litro

- $1.000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.000\ \frac{\text{kg}}{1.000\ \text{litros}} =$

  $= 1\ \frac{\text{kg}}{\text{litro}}$

- $1.000.000\ \frac{\text{kg}}{\text{Dam}^3} =$

  $= 1.000.000\ \frac{\text{kg}}{1.000.000\ \text{dm}^3} = 1\ \frac{\text{kg}}{\text{litro}}$

- $1.000.000\ \frac{\text{kg}}{\text{Hm}^3} =$

  $= 1.000.000\ \frac{\text{kg}}{1.000.000.000\ \text{litros}} =$

  $= 0{,}001\ \frac{\text{kg}}{\text{litros}}$

4. Pasa a kg/m^3 las siguientes densidades: 1 kg/dm^3; 1.000 kg/cm^3; 10.000 kg/mm^3

– $1\ \frac{kg}{dm^3} = 1\ \frac{kg}{\frac{m^3}{1.000}} =$

$= 1.000\ \frac{kg}{m^3}$

– $1.000\ \frac{kg}{cm^3} = \frac{kg}{\frac{m^3}{1.000\ 000}} =$

$= 1.000.000.000\ \frac{kg}{m^3}$

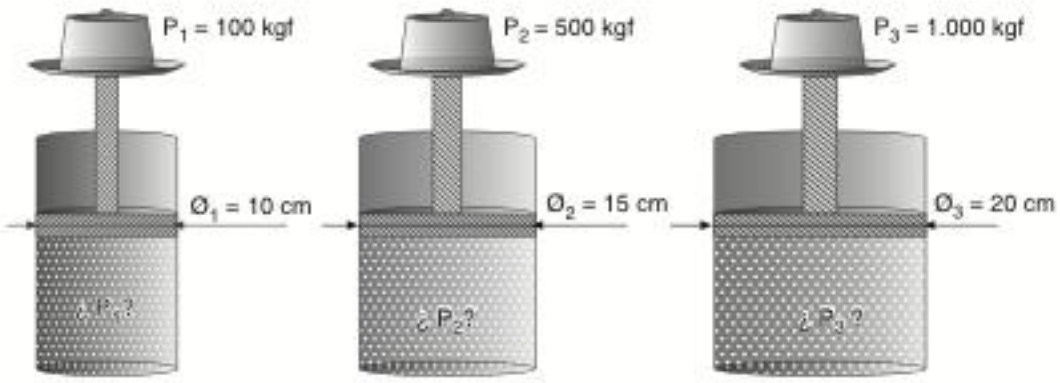
– $10.000\ \frac{kg}{mm^3} =$

$= \frac{kg}{\frac{m^3}{1.000\ 000.000}} =$

5. Sabemos que el agua tiene más densidad que el aceite, ¿ocurre lo mismo para la viscosidad?

Al contrario que para la densidad: el aceite es más viscoso que el agua, o lo que es lo mismo, es menos fluido.

6. Calcula la presión que soporta el fluido en los siguientes casos. Exprésala en pascales y en kgf/cm^2.



$$S_1 = \frac{\pi \cdot \varnothing_1^2}{4} = 78{,}54 \text{ cm}^2$$

$$S_2 = \frac{\pi \cdot \varnothing_2^2}{4} = 176{,}71 \text{ cm}^2$$

$$S_3 = \frac{\pi \cdot \varnothing_3^2}{4} = 314{,}16 \text{ cm}^2$$

– $P_1 = \dfrac{100 \text{ (kgf)}}{78{,}54 \text{ (cm}^2\text{)}} = 1{,}273 \dfrac{\text{kg}}{\text{cm}^2} =$

$$= 1{,}273 \frac{9{,}81 \text{ N}}{\dfrac{\text{m}^2}{10.000}} =$$

$$= 1{,}273 \cdot 9{,}81 \cdot 10.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =$$

$$= 124.881{,}3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ o pascales}$$

– $P_2 = \dfrac{500 \text{ (kgf)}}{176{,}71 \text{ (cm}^2\text{)}} = 2{,}83 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$

$$= 2{,}83 \frac{9{,}81 \text{ N}}{\dfrac{\text{m}^2}{10.000}} =$$

$$= 2{,}83 \cdot 9{,}81 \cdot 10.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 277.623 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

– $P_3 = \dfrac{1.000 \text{ (kgf)}}{314{,}16 \text{ (cm}^2\text{)}} = 3{,}18 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$

$$= 3{,}18 \frac{9{,}81 \text{ N}}{\dfrac{\text{m}^2}{10.000}} =$$

$$= 3{,}18 \cdot 9{,}81 \cdot 10.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 311.958 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

7. Si la presión que soporta el fluido, en los casos anteriores, es de $p1 = 200.000$ kgf/m^2; $p2 = 5.000.000$ N/m^2 y $p3 = 10.000$ N/m^2, respectivamente. Calcula el peso que sostienen en cada caso.

De la fórmula de la presión: $p = \frac{F}{S}$

Despejamos la fuerza: $F = p \cdot S$

– $F_1 = 200.000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \cdot 78{,}54 \text{ cm}^2 =$

$= 200.000 \frac{\text{kgf}}{10.000 \text{ cm}^2} \cdot 78{,}54 \text{ cm}^2 =$

$= 1570{,}8 \text{ kgf}$

– $F_2 = 5.000.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 176{,}71 \text{ cm}^2 =$

$= 5.000.000 \frac{\text{N}}{10.000 \text{ cm}^2} \cdot 176{,}71 \text{ cm}^2 =$

$= 88.335 \text{ (N)} = 88.335 \frac{\text{kgf}}{9{,}81} =$

$= \frac{88.335}{9{,}81} \text{ kgf} = 9.006{,}6 \text{ kgf}$

– $F_3 = 10.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 314{,}16 \text{ cm}^2 =$

$= 10.000 \frac{\text{N}}{10.000 \text{ cm}^2} \cdot 314{,}16 \text{ cm}^2 =$

$= 10.000 \cdot \frac{314{,}16}{10.000} \text{ N} = 314{,}16 \text{ N} =$

$= 314{,}16 \frac{\text{kgf}}{9{,}81} = \frac{314{,}16}{9{,}81} \text{ kgf} =$

$= 32{,}02 \text{ kgf}$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 74

8. Pasa a kgf/m^2 y N/m^2 la presión atmosférica que, como sabemos, vale 1,033 kgf/cm^2.

$$1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\frac{\text{m}^2}{10.000}} =$$

$$10.330 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 10.330 \; 9{,}81 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 101 \; 337{,}3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

9. Expresa la presión de 1 bar, que equivale a 100.000 pascales, en kgf/cm^2.

$$1\ (\text{bar}) = 100.000\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =$$

$$= 100.000\ \frac{\dfrac{\text{kgf}}{9{,}81}}{10.000\ \text{cm}^2} =$$

$$= \frac{100.000}{9{,}81} \cdot 10.000\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$$

$$= \frac{10}{9{,}81}\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1{,}019\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Puesto que:

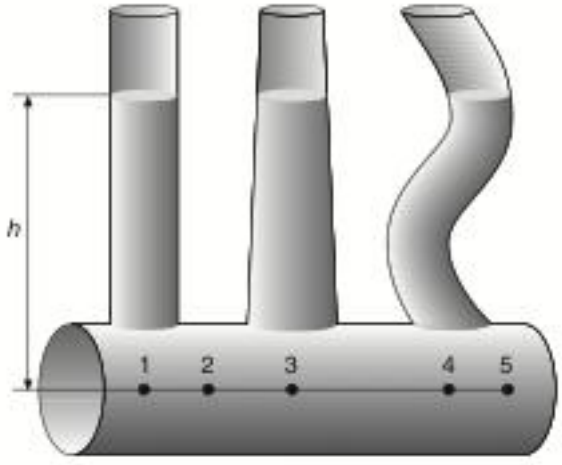
$$1\ \text{atmósfera} = 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$1\ \text{bar} = 1{,}019\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Podemos considerar, sin apenas cometer error, que:

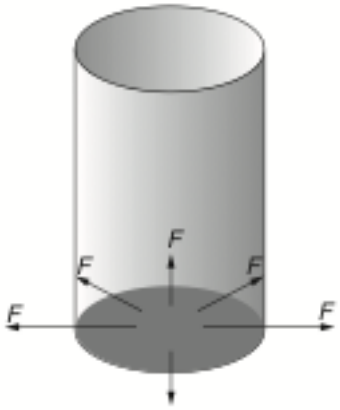
$$1\ \text{bar} = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1\ \text{atmósfera técnica}$$

10. Con el dibujo de la figura 2.13, explica si la presión en todos los puntos de un mismo plano horizontal es la misma. ¿En qué propiedad te basas?



Es la misma y nos basamos en el primer principio.

11. Con el dibujo de la figura 2.14, ¿cuál será el sentido de la presión del líquido sobre el fondo? Razona la respuesta.



El sentido de la fuerza debido a la presión es hacia abajo.
La fuerza debida a la presión, sobre el fondo, es perpendicular a éste y hacia afuera, según el 2º principio.

12. ¿Cuál sería la altura de la columna de mercurio si utilizáramos un tubo de 2 cm^2 de sección? ¿Y si el tubo fuera de 15 cm^2 de sección? ¿Depende la altura de la columna de la sección del tubo elegido?

Consideremos el experimento de la figura 4.7. En este caso la sección de tubo es de 2 cm^2 y desconocemos la altura a la que bajará el mercurio, en este caso «*l*».

También sabemos que $P_A = 1{,}033 \frac{kgf}{cm^2} = P_B$

y $P_B = \frac{\text{Peso de la columna de mercurio}}{\text{Sección de la columna}} =$

$$= \frac{2\ cm^2 \cdot l \cdot 13{,}6 \frac{g}{cm^3}}{2\ cm^2} =$$

$$= 1{,}033 \frac{kgf}{cm^2};$$

$$l \cdot 13{,}6 \frac{g}{cm^3} = 1{,}033 \frac{kgf}{cm^2} =$$

$$= 1{,}033 \frac{1.000\ g}{cm^2}$$

$$l \cdot 13{,}6 \frac{g}{cm^3} = 1.033 \frac{g}{cm^2}$$

$$l = \frac{1.033 \frac{g}{cm^2}}{13{,}6 \frac{g}{cm^3}} = 76\ cm$$

Si hacemos lo mismo para la sección de 15 cm^2.

$$P_B = \frac{15\ cm^2 \cdot l \cdot 13{,}6\ \frac{g}{cm^3}}{15\ cm^2} =$$

$$= l \cdot 13{,}6\ \frac{g}{cm^3} = 1{,}033\ \frac{kgf}{cm^2};$$

$$l = \frac{1.033\ \frac{kgf}{cm^2}}{13{,}6\ \frac{g}{cm^3}}$$

De donde tenemos que la longitud de la columna no depende de la sección del tubo, sino de la presión atmosférica y la densidad del mercurio.

$$l = \frac{1.033\ \frac{10.000\ g}{cm^2}}{13{,}6\ \frac{g}{cm^3}} = \frac{1.033}{13{,}6}\ cm = 76\ cm$$

13. Pasa la presión de las siguientes columnas de mercurio a kg/cm^2:
748 mmHg 770 mmHg 760 mmHg

Sabemos que $1{,}033\ \frac{kgf}{cm^2} = 760$ mm de Hg, o lo que es lo mismo, 1 mm de Hg $= \frac{1{,}033}{760}\ \frac{kgf}{cm^2}$

– $748\ mm\ Hg = 748 \cdot \frac{1{,}033}{760}\ \frac{kgf}{cm^2} =$

$= 1{,}016\ \frac{kgf}{cm^2}$

– $770\ mm\ Hg = 770 \cdot \frac{1{,}033}{760}\ \frac{kgf}{cm^2} =$

$= 1{,}046\ \frac{kgf}{cm^2}$

– $760\ mm\ Hg = 760 \cdot \frac{1{,}033}{760}\ \frac{kgf}{cm^2} =$

$= 1{,}033\ \frac{kgf}{cm^2}$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 75

14. Calcula la altura de una columna de agua cuya presión sea de una atmósfera.

Consideramos una columna de sección S cm^2 y queremos calcular su altura «l» cuya presión sea igual a 1,033 kgf/cm^2.

$$1{,}033\ \frac{kgf}{cm^2} = \frac{l \cdot 5\ cm^2 \cdot 1\ \frac{g}{cm^3}}{5\ cm^2};$$

$$l = \frac{1.003\ \frac{kgf}{cm^2}}{1\ \frac{g}{cm^3}} = \frac{1{,}003\ \frac{1.000\ g}{cm^2}}{1\ \frac{g}{cm^3}} =$$

$$= \frac{1.003\ \frac{g}{cm^2}}{1\ \frac{g}{cm^3}} = 1.033\ cm = 10{,}33\ m$$

15. ¿Cuál sería el desnivel máximo al que podríamos elevar agua por aspiración al nivel del mar? Razona la respuesta.

Hagamos el planteamiento de la limitación en la aspiración de líquidos, pero en este caso para el agua y con un tubo de 20 metros de longitud. Cuando la columna de agua ha llegado a los 10,33 metros, como vimos en la actividad anterior, la presión de la columna es igual a la atmosférica, es decir, se ha hecho el vacío total y el agua dejará de subir más.
Con todo ello, al nivel del mar, no podemos aspirar agua en un desnivel mayor de 10,33 metros.

16. ¿Cómo se extrae el agua en perforaciones con una profundidad mayor de 10 metros? ¿Con una bomba aspirante o una impelente (sumergida)? Razona la respuesta.

Aspirando tenemos la limitación de los 10,33 metros. Pero impeliendo no tenemos ninguna limitación, porque el agua trabaja a compresión y emplearemos una bomba impelente (sumergida).

17. ¿Cómo se extrae el petróleo a kilómetros de profundidad? Investiga la respuesta.

Para ello inyectamos aire por un tubo y obligamos a salir al petróleo por el otro. No aspiramos al petróleo sino que inyectamos aire con las bombas *mamut* clásicas.

18. ¿Qué medimos con un barómetro? ¿Y con un manómetro?

Con un barómetro medimos la presión absoluta y con un manómetro la relativa.

19. ¿Qué presión consideraste cuando hiciste los ejercicios de las figuras 2.3 y 2.4? Razona la respuesta.

Consideramos la presión relativa, puesto que no hemos tenido en cuenta la presión atmosférica exterior.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 77

20. Pasa a L/min, los siguientes caudales volumétricos: 3 m^3/h 25 L/h 0,46 m^3/s 0,32 L/s

- $\frac{3\ m^3}{hora} = 3\ \frac{1.000\ litros}{60 min} =$

  $= \frac{3.000}{60}\ \frac{litros}{minuto} = 50\ \frac{litros}{minuto}$

- $25\ \frac{litros}{hora} = 25\ \frac{litros}{60\ min} = \frac{25}{60}\ \frac{litros}{min} =$

  $= 0{,}42\ \frac{litros}{min}$

- $0{,}46\ \frac{m^3}{seg} = 0{,}46\ \frac{1.000\ litros}{\frac{min}{60}} =$

  $= 0{,}46 \cdot 60 \cdot 1.000\ \frac{litro}{min} = 27.600\ \frac{litro}{min}$

- $0{,}32\ \frac{litros}{segundos} = 0{,}32\ \frac{litros}{\frac{min}{60}} =$

  $= 0{,}32\ \frac{litros}{min} = 19{,}2\ \frac{litros}{min}$

21. Pasa a kg/min, los siguientes caudales másicos: 3.000 kg/h 40.000 g/min 0,35 g/s

- $3.000\ \frac{kg}{hora} = 3.000\ \frac{kg}{60\ min} =$

  $= \frac{3.000}{60}\ \frac{kg}{min} = 50\ \frac{kg}{min}$

- $40.000\ \frac{gramos}{min} = 40.000\ \frac{\frac{kg}{1.000}}{min} = \frac{40.000}{100}$

  $\frac{kg}{min} = 40\ \frac{kg}{min}$

- $0{,}35\ \frac{gramos}{seg} = 0{,}35\ \frac{\frac{kg}{1.000}}{\frac{min}{60}} = \frac{0{,}35 \cdot 60}{1\ 000}$

  $\frac{kg}{min} = 0{,}021\ \frac{kg}{min}$

22. La velocidad de la corriente de un río, en una zona en que su sección es de 60 m^2, es de 0,15 m/s. Calcula el caudal en m^3/min de agua que pasa por el río.

$$CV = S \cdot v$$

$$CV = 60\ (m^2 \cdot 0{,}15\ \frac{m}{seg} = 9\ \frac{m^3}{seg} =$$

$$= 9\ \frac{\frac{m^3}{min}}{60} = 9 \cdot 60\ \frac{m^3}{min} = 540\ \frac{m^3}{min}$$

23. Calcula la potencia que transmite un caudal de aceite de 200 L/min a una presión de 200 kg/cm^2.

$$P = p \cdot CV$$

$$P = 200\ \frac{kgf}{cm^2} \cdot 200\ \frac{litros}{min} =$$

$$= 200\ \frac{kgf}{\frac{m^2}{10.000}} \cdot 200\ \frac{\frac{m^3}{1.000}}{60\ seg} =$$

$$= 200 \cdot 10.000\ \frac{kgf}{m^2} \cdot \frac{200}{1.000 \cdot 60}\ \frac{m^3}{seg} =$$

$$= \frac{200 \cdot 10.000 \cdot 200}{1.000 \cdot 60}\ \frac{kgfm}{seg} =$$

$$= 6.666{,}7\ \frac{kgfm}{seg} = 6.666{,}7\ \frac{CV}{75} =$$

$$= \frac{6.666{,}7}{75}\ CV = 88{,}9\ CV$$

24. Calcula la potencia que transmite un caudal de aire de 2 L/s a una presión de 6 kg/cm^2.

$$P = p \cdot CV$$

$$P = 6\ \frac{kgf}{cm^2} \cdot 2\ \frac{litros}{seg} =$$

$$= 6\ \frac{kgf}{\frac{m^2}{10.000}} \cdot 2\ \frac{\frac{m^3}{10.000}}{seg} =$$

$$= 6 \cdot 10.000\ \frac{kgf}{m^2} \cdot \frac{2}{1.000}\ \frac{m^3}{seg} =$$

$$\frac{6 \cdot 10.000 \cdot 2}{100}\ \frac{kgfm}{seg} = 120\ \frac{kgfm}{seg} =$$

$$= 120\ \frac{CV}{75} = \frac{120}{75}\ CV = 1,6\ CV$$

25. Queremos comprimir aire a un caudal de 3 L/s con una presión de 8 kg/cm^2, ¿qué potencia debe tener el compresor que empleemos?

$$P = p \cdot CV$$

$$P = 8\ \frac{kgf}{cm^2} \cdot 3\ \frac{litros}{seg} =$$

$$= 8\ \frac{kgf}{\frac{m^2}{10.000}} \cdot 8\ \frac{\frac{m^3}{10.000}}{seg} =$$

$$= 8 \cdot 10.000\ \frac{kgf}{m^2} \cdot \frac{3}{1.000}\ \frac{m^3}{seg} =$$

$$= \frac{8 \cdot 10.\,000 \cdot 3}{100}\ \frac{kgfm}{seg} = 240\ \frac{kgfm}{seg} =$$

$$= 240\ \frac{CV}{75} = \frac{240}{75}\ CV = 3,2\ CV$$

26. Calcula la potencia consumida por un motor hidráulico que consume 250 L/min a una presión de 175 kg/cm^2.

$$P = p \cdot \text{CV}$$

$$P = 175\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 250\ \frac{\text{litros}}{\text{seg}} =$$

$$= 175\ \frac{\frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}}{10.000} \cdot 250\ \frac{\frac{\text{m}^3}{10.000}}{\text{seg}} =$$

$$= 175 \cdot 10.000\ \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \cdot \frac{250}{1.000 \cdot 60}\ \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} =$$

$$= \frac{175 \cdot 10.000 \cdot 250}{1.000 \cdot 60}\ \frac{\text{kgfm}}{\text{seg}} =$$

$$= 7.291{,}7\ \frac{\text{kgfm}}{\text{seg}} = 7.291{,}7\ \frac{\text{CV}}{75} =$$

$$= \frac{7.291{,}7}{75}\ \text{CV} = 3{,}2\ \text{CV}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 82

27. Calcula el volumen que pasará a ocupar el gas en el ejercicio anterior si aplicamos sobre el pistón una fuerza de 500 y 1.000 kgf.

Para una fuerza de 500 kgf:

$$P_2 = \frac{500\ \text{kgf}}{78{,}5\ \text{cm}^2} = 6{,}37\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

que, pasada a la escala absoluta:

$$P_2 = 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 6{,}37\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 7{,}4\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Por la ley de Boyle-Mariotte:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$1.033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1\ \text{m}^3 = 7{,}4 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1\ \text{m}^3}{7{,}4 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} =$$

$$= \frac{1{,}033}{7{,}4}\ \text{m}^3 = 0{,}14\ \text{m}^3$$

– Para una fuerza de 1.000 kgf:

$$P_2 = \frac{1.000\ \text{kgf}}{78{,}5\ \text{cm}^2} = 12{,}74 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

que, pasada a la escala absoluta:

$$P_2 = 1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 12{,}74 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$$

$$= 13{,}77 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1\ \text{m}^3 = 13{,}77 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1\ \text{m}^3}{13{,}77 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} =$$

$$= \frac{1{,}033}{13{,}77}\ \text{m}^3 = 0{,}075\ \text{m}^3$$

28. Haz los cálculos de la actividad anterior expresando la presión en presión relativa. ¿A qué conclusión llegas?

Para la fuerza de 500 kgf:

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

En la escala relativa $P_1 = 0 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$0 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1\ \text{m}^3 = 7{,}4 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$

$V_2 = 0\ \text{m}^3$)

Y lo mismo pasaría para la fuerza de 1.000 kgf.

29. A la hora de hacer el estudio sobre un circuito neumático, debemos distinguir entre caudal de aire libre y caudal de aire comprimido. Si el caudal de aire libre, antes de comprimir, es de 190 litros/minuto, calcula el caudal de aire comprimido a las siguientes presiones relativas: *p*2 = 4,9 kgf/cm; *p*2 = 10,5 kgf/cm^2; *p*2 = 14 kgf/cm^2 Estamos sobre el nivel del mar.

– Para la presión $p_2 = 4{,}9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$,

la presión absoluta $P_2 = 1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} +$

$+ 4{,}9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 5{,}93 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

$1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 190\ \text{litros} = 5{,}93 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$

$$V_2 = \frac{1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 190\ \text{litros}}{5{,}93 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} =$$

$$= \frac{1{,}033 \cdot 190}{5{,}93}\ \text{litros} = 33{,}1\ \text{litros}$$

$\text{CV} = 33{,}1 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$

– Para la presión $p_2 = 10{,}5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$,

P_2 absoluta $= 1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 10{,}5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$

$= 11{,}53 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 190\ \text{litros} = 11{,}53\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 190\ \text{litros}}{11{,}53\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} =$$

$$= \frac{1{,}033 \cdot 190}{11{,}53}\ \text{litros} = 17\ \text{litros}$$

$$\text{CV} = 17\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

– Para la presión $p_2 = 14\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$P_2\ \text{absoluta} = 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 14\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$$

$$= 15{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 190\ \text{litros} =$$

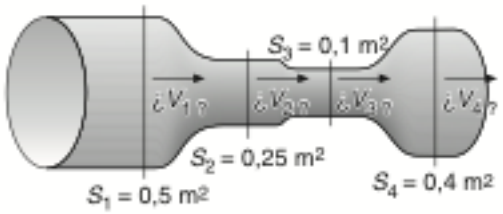
$$= 15{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 190\ \text{litros}}{15{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} =$$

$$= \frac{1{,}033 \cdot 190}{15{,}033} = 13\ \text{litros}$$

$$\text{CV} = 13\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

30. Por el conducto de la figura 2.23 sabemos que circula un caudal de 1.500 cm3/s. Calcula la velocidad del fluido en cada una de las secciones marcadas.



$\text{CV} = S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 = S_3 \cdot V_3 = S_4 \cdot V_4$

Despejamos cada una de las velocidades y nos queda:

$$V_1 = \frac{CV}{S_1} = \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}5\ m^2} =$$

$$= \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}5 \cdot 10.000\ cm^2} =$$

$$= \frac{1.500}{0{,}5 \cdot 10.000}\ \frac{cm}{seg} = 0{,}3\ \frac{cm}{seg}$$

$$V_2 = \frac{CV}{S_2} = \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}25\ m^2} =$$

$$= \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}25 \cdot 10.000\ cm^2} =$$

$$= \frac{1.500}{0{,}25 \cdot 1.000}\ \frac{cm}{seg} = 0{,}6\ \frac{cm}{seg}$$

$$V_3 = \frac{CV}{S_3} = \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}1\ m^2} =$$

$$= \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}1 \cdot 10.000\ cm^2} =$$

$$= \frac{1.500}{0{,}1 \cdot 10.000}\ \frac{cm}{seg} = 1{,}5\ \frac{cm}{seg}$$

$$V_4 = \frac{CV}{S_4} = \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}4\ m^2} =$$

$$= \frac{1.500\ \frac{cm^3}{seg}}{0{,}4 \cdot 10.000\ cm^2} =$$

$$= \frac{1.500}{0{,}4 \cdot 10.000}\ \frac{cm}{seg} = 0{,}375\ \frac{cm}{seg}$$

31. Si, en la prensa hidráulica del ejercicio anterior, el émbolo mayor se mueve hacia abajo con una velocidad de 4 m/s, calcula la velocidad con que se eleva el pequeño.

La cantidad de agua que barre el émbolo grande es igual a la que barre el pequeño.

$$4\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} \cdot 1{,}2\ \text{m}^2 = V_2 \cdot 0{,}02\ \text{m}^2$$

$$V = \frac{4\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} \cdot 1{,}2\ \text{m}^2}{0{,}02\ \text{m}^2} =$$

$$= \frac{4 \cdot 1{,}2}{0{,}02}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 240\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

32. Dada la prensa hidráulica de la figura 2.22, calcula la fuerza que podemos elevar si aplicamos sobre el émbolo menor una fuerza, hacia abajo, de 80 kgf.

Del principio de Pascal, puesto que la presión en todos los puntos es la misma.

En el émbolo menor

$$P = \frac{F_1}{S_1}$$

En el émbolo mayor

$$P = \frac{F_2}{S_2}$$

Del principio de Pascal nos queda:

$$P = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \qquad \frac{80\ (\text{kgf})}{0{,}02\ \text{m}^2} = \frac{F_2}{1{,}2}\ \text{m}^2$$

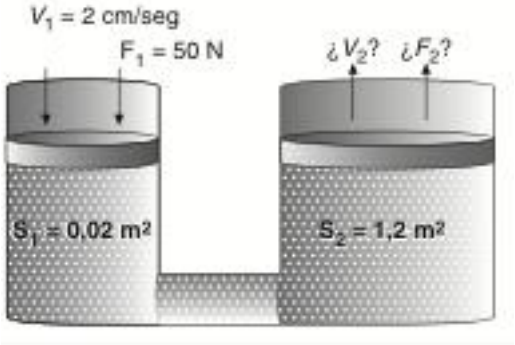
$$F_2 = \frac{80\ \text{kgf}}{0{,}02\ \text{m}^2} \cdot 1{,}2\ \text{m}^2 = 4.800\ \text{kgf}$$

33. ¿Qué peso podemos elevar en la prensa anterior si aplicamos sobre el émbolo mayor una fuerza de 80 kgf?

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \qquad \frac{80\ (\text{kgf})}{1{,}2\ (\text{m}^2)} = \frac{F_2}{0{,}02}\ \text{m}^2$$

$$F_2 = \frac{80\ \text{kgf}}{1{,}2\ \text{m}^2} \cdot 0{,}02\ \text{m}^2 = 1{,}33\ \text{kgf}$$

34. Calcula, en la prensa hidráulica de la figura 2.24:
a) La velocidad y la fuerza sobre el pistón conducido.
b) La potencia resistente. Comprueba que se cumple el principio de conservación de la energía.



a) $V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$

$$2\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \cdot 0{,}02\ \text{m}^2 = V_2 \cdot 1{,}2\ \text{m}^2$$

$$V_2 = \frac{2\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \cdot 0{,}02\ \text{m}^2}{1{,}2\ \text{m}^2} =$$

$$= 0{,}033\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}}$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$\frac{50\ \text{N}}{0{,}02\ \text{m}^2} = \frac{F_2}{1{,}2\ \text{m}^2}$$

$$F_2 = \frac{50\ \text{N}}{0{,}02\ \text{m}^2} \cdot 1{,}2\ \text{m}^2 = 3.000\ \text{N}$$

b) $P_{\text{motriz}} = V_1 \cdot F_1 = 2\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \cdot 50\ \text{N} =$

$$= 100\ \frac{\text{N cm}}{\text{seg}}$$

$$P_{\text{resistente}} = V_2 \cdot F_2 =$$

$$= 0{,}033\ \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \cdot 3.000\ \text{N} =$$

$$= 100\ \frac{\text{N cm}}{\text{seg}}$$

35. Un elevador hidráulico para camiones consiste en un cilindro tipo buzo de 20 cm de diámetro. Si queremos elevar camiones de 20 toneladas a una altura de 2 metros en 30 segundos, calcula:
a) El caudal y la presión necesaria.
b) La potencia en caballos de la bomba necesaria.

a) $CV = S \cdot V$

$$S = \frac{\pi \cdot 20^2}{4\ cm^2} = 314{,}16\ cm^2$$

$$V = \frac{l}{t} = \frac{2\ m}{30\ seg} = 0{,}067\ \frac{m}{seg}$$

$$CV = 314{,}16\ cm^2 \cdot 0{,}067\ \frac{m}{seg} =$$

$$= 314{,}16\ cm^2 \cdot 0{,}067\ \frac{100\ cm}{seg} =$$

$$= 314{,}16 \cdot 0{,}067 \cdot 100\ \frac{cm^3}{seg} =$$

$$= 2.104{,}9\ \frac{cm^3}{seg}$$

$$P = \frac{F}{S} = \frac{20.000\ kgf}{314{,}16\ cm^2} = 63{,}67\ \frac{kgf}{cm^2}$$

b) $$P = p \cdot CV = 63{,}67\ \frac{kgf}{cm^2} \cdot 2.104{,}9\ \frac{cm^3}{seg} =$$

$$= 134.019\ \frac{kgf \cdot cm}{seg} =$$

$$= 134.019\ \frac{kgf \cdot \frac{m}{100}}{seg} =$$

$$= \frac{134.019}{100}\ \frac{kgf \cdot m}{seg} = 1.340{,}19\ \frac{kgf \cdot m}{seg} =$$

$$= 1.340{,}19\ \frac{C \cdot V}{75} = \frac{1.340{,}19}{75}\ CV =$$

$$= 17{,}87\ CV$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 86-87

36. Queremos transmitir 12 L/s de aire a 8 atmósferas de presión por un conducto de 45 metros. Calcula el diámetro de la tubería que necesitaríamos. A la hora de utilizar las tablas tenemos que considerar que los caudales son de aire libre y, como dato, tenemos el caudal de aire comprimido.

Partimos de un caudal de aire comprimido a 8 kgf/cm2 que tenemos que pasar a aire libre:

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

Si no nos dicen lo contrario, siempre se trabaja con presiones relativas y nosotros tenemos que pasar a absolutas:

$$P_1 = 8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 9{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$9{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 12 \text{ litros} = 1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{9{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 12 \text{ litros}}{1{,}033 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 104{,}93 \text{ litros}$$

$$C_{libre} = 104{,}93 \frac{\text{litros}}{\text{seg}} = 104{,}93 \frac{\text{litros}}{\frac{\text{min}}{60}} =$$

$$= 104{,}93 \cdot 60 \frac{\text{litros}}{\text{min}} = 6.295{,}8 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

Consideramos este caudal libre como el máximo contenido, que debe de ser el 75 % de teórico.

$$75\ \% \text{ ---------- } 6.295{,}8 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

$$100\ \% \text{---------- } X$$

$$X = \frac{6.295{,}8 \frac{\text{litros}}{\text{min}} \cdot 100}{75} = 8.394{,}4 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

En la primera columna de presión de la tabla 2, nos vamos a la presión por encima de 8 kgf/cm^2, que es 8,7 kgf/cm^2.
Y en esta fila buscamos un caudal por encima de 8.394,4 litros/min): 9.911 litros/min, que se corresponde con una tubería de 1”.
Por tratarse de una longitud mayor de 15 m pasaríamos a coger la tubería inmediatamente superior de 1 1/4”.

37. Determina el diámetro del tubo para el elevador hidráulico de la actividad 35.

Sabemos que el aceite trabaja a una presión P = 63,67 kgf/cm^2 y un caudal CV = 2.104,9 cm^3/seg
La tabla 2.2 nos recomienda para esa presión una velocidad V = 4,5 m/seg.
Conociendo la velocidad y el caudal, calculamos la sección:

$$CV = V \cdot S$$

$$2.104{,}9\ \frac{cm^3}{seg} = 4{,}5\ \frac{m}{seg} \cdot S$$

$$S = \frac{2.104{,}9\ \frac{cm^3}{seg}}{4{,}5\ \frac{100\ cm}{seg}} = \frac{2.104{,}9}{4{,}5 \cdot 100}\ cm^2 =$$

$$= 4{,}68\ cm^2$$

Conocida la sección, calculamos el diámetro:

$$\frac{\pi \cdot ø^2}{4} = 4{,}68\ cm^2$$

$$ø^2 = 5{,}96\ cm^2$$

$$ø = \sqrt{5{,}96\ cm^2} = 2{,}44\ cm = 24{,}4\ mm$$

y finalmente nos decidiríamos por la inmediatamente por encima, de 25,4 mm de diámetro, o sea la de 1”.

38. En el elevador hidráulico de la actividad 35, calcula:
a) La pérdida de carga en el tubo si se trata de un tramo recto de 7 metros de longitud.
b) Si consideramos esta pérdida, ¿qué presión tiene que salir de la bomba y cuál será su potencia?

a) Con caudal necesario

$$CV = 2.104{,}9\ \frac{cm^3}{seg} = 2.104{,}9\ \frac{\frac{dm^3}{1.000}}{\frac{min}{60}} =$$

$$= \frac{2.104{,}9 \cdot 60}{1.000}\ \frac{litro}{min} = 126{,}3\ \frac{litro}{min}$$

Y el diámetro del tubo ø = 1” = 25,4 mm
En el ábaco 1 tenemos una pérdida de carga de 0,03 bares por metro de tubería.

$$P_{\text{carga total}} = 0{,}03\ \frac{\text{bares}}{\text{metro}} \cdot 7\ \text{metros} =$$

$$= 0{,}21\ \text{bares} =$$

$$= 0{,}21\ \text{bares} \cdot 1.000.000\ \frac{\text{Pascales}}{\text{bar}} =$$

$$= 210.000\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =$$

$$= 210.000\ \frac{\frac{\text{kgf}}{9{,}81}}{10.000\ \text{cm}^2} =$$

$$= \frac{210.000}{9{,}81 \cdot 10.000}\ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 2{,}14\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

b) $P_{\text{bomba}} = P_{\text{carga total}} + P_{\text{en el émbolo}}$

$$P_{\text{bomba}} = 2{,}14\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 63{,}67\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$$

$$= 65{,}81\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

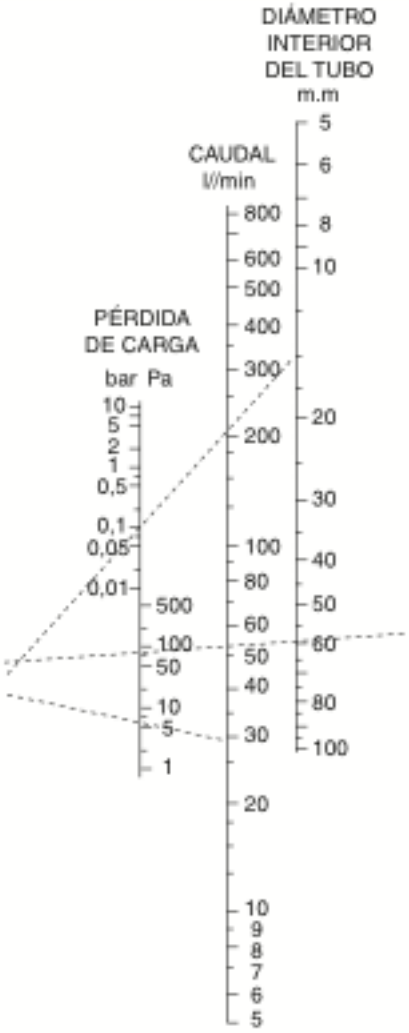
$$P_{\text{bomba}} = 65{,}81\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 2.104{,}9\ \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} =$$

$$= 138.523{,}5\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{cm}}{\text{seg}} =$$

$$= 1.385{,}235\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} = \frac{1.385{,}23}{75}\ \text{CV} =$$

$$= 18{,}47\ \text{CV}$$

En la actividad 35 necesitábamos 17,87 CV y si consideramos las pérdidas de carga, como en esta actividad, necesitamos 18,47 CV o lo que es lo mismo, perdemos casi 1 CV por pérdidas de carga.



39. Haciendo uso del ábaco 2 de la figura 2.25, determina el diámetro de una tubería de la que conocemos los siguientes datos:
• Longitud de la tubería 50 m
• Presión del aire 7 kgf/cm2
• Caudal del aire libre 1.500 L/min
• Pérdida de carga en los 50 metros 0,5 kgf/cm2

-Pérdida de carga por cada 10 metros de tubería

$$= \frac{0{,}5\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{5} = 0{,}1\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

El diámetro de la tuberíaa será de 2”.

40. Calcula la pérdida de carga en una válvula cónica, situada en la tubería de la actividad 39.

La tuberíaa que empleamos es de 2" y la pérdida de carga por cada 10 metros de longitud es de 0,1 kgf/cm^2.

De la tabla 4 nos queda:

$$P_{carga} = 1{,}795 \cdot 0{,}1 \frac{kgf}{cm^2} = 0{,}1795 \frac{kgf}{cm^2}$$

41. Rediseña la instalación neumática de tu taller, con la misma distribución, recorrido de tubos y tomas que la actual para un caso extremo como es el siguiente:
a) El consumo de aire será el máximo que nos proporcione el compresor, a la presión tarada.
b) Habrá una simultaneidad del 25%. Se dará servicio al mismo tiempo al 25% de las tomas, repartiendo por igual el caudal máximo entre todas ellas.
Debemos considerar los siguientes detalles:
a) La pérdida de carga entre el compresor y cualquier toma no debe superar al 15% de la presión tarada.
b) Por comodidad utilizaremos para todos los tramos el mismo tubo y las mismas válvulas.
c) Consideramos la válvula de cierre, a la salida del compresor, de compuerta y las válvulas al final de cada toma de servicio cónicas.
d) Despreciaremos las pérdidas de carga de las unidades de mantenimiento, si las hubiera, ya que no tenemos datos disponibles sobre ellas.
e) Para todo ello, emplearemos los datos disponibles en la tabla 2.3, el ábaco 2 de la figura 2.25 y la tabla 4.
1.º Hacer en una cartulina un croquis a escala de la instalación del taller. Acotar todos los tramos.
2.º Con la tabla 2.3 deducimos el diámetro mínimo de la tubería para el caudal máximo admisible, entre el acumulador y las últimas válvulas simultáneas que funcionen en la rama más larga.
3.º Partiendo de este diámetro, hacemos todos los cálculos de pérdida de carga y comprobamos que la pérdida en el tramo más alejado es menor del 15%.
4.º De ser mayor, tendríamos que recurrir al tubo inmediatamente más grande hasta que la pérdida fuese menor.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 88-89-90

1. Calcula la presión a la que se encontrará un buzo a las siguientes profundidades:
– 5 metros – 15 metros – 20 metros

De la actividad desarrollada 4, tenemos que: $P = d \cdot h$

– Para 5 metros:

$$P = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^3} \cdot 5\ \text{m} = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^3} \cdot 50\ \text{dm} =$$

$$= 50\ \frac{\text{kgf}}{1.000\ \text{cm}^2} = 0{,}5\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

– Para los 15 metros:

$$P = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^3} \cdot 15\text{m} = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^3} \cdot 150\ \text{dm} =$$

$$= 150\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^2} = 150\ \frac{\text{kgf}}{100\text{cm}^2} = 1{,}5\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

– Para los 20 metros:

$$P = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^3} \cdot 20\ \text{m} = 1\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^3} \cdot 20 \cdot 10\ \text{dm} =$$

$$= 200\ \frac{\text{kgf}}{\text{dm}^2} = 200\ \frac{\text{kgf}}{100\ \text{cm}^2} = 2\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

2. Pasa los distintos caudales de aire libre a los caudales comprimidos a sus correspondientes presiones.
– 1.000 L/min a 8 kgf/cm2
– 3.000 L/min a 8 kgf/cm2
– 1.000 L/min a 4 kgf/cm2
– 6.000 L/min a 8 kgf/cm2

– $1.000\ \text{litros} \cdot 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = V \cdot 9{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$V = 114{,}36\ \text{litros};\ C = 114{,}36\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$

– $1.000\ \text{litros} \cdot 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = V \cdot 5{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$V = 205{,}24\ \text{litros};\ C = 205{,}24\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$

– $3.000\ \text{litros} \cdot 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = V \cdot 9{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$V = 343{,}07\ \text{litros};\ C = 343{,}07\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$

– $6.000\ \text{litros} \cdot 1{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = V \cdot 9{,}033\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$V = 686{,}15\ \text{litros};\ C = 686{,}15\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$

3. La sección recta interior de una botella de sifón es 50 cm2 y la del orificio de salida 0,7 cm2. Calcula la velocidad con que sale el líquido cuando el nivel del mismo en el interior desciende a razón de 4 mm/s.

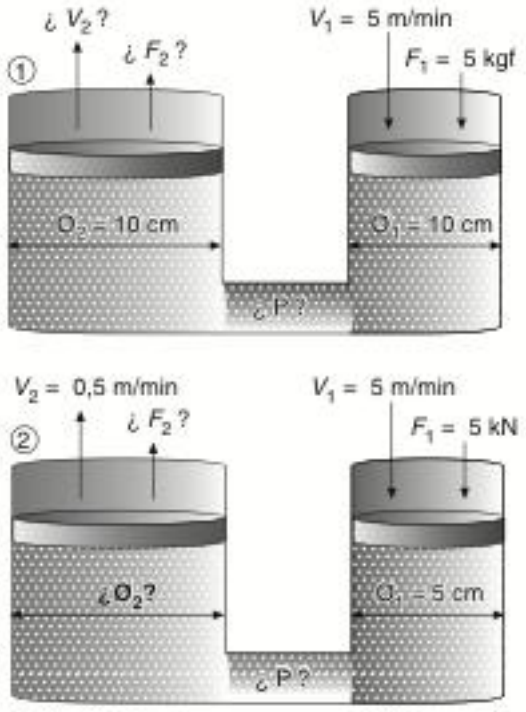
$$S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2$$

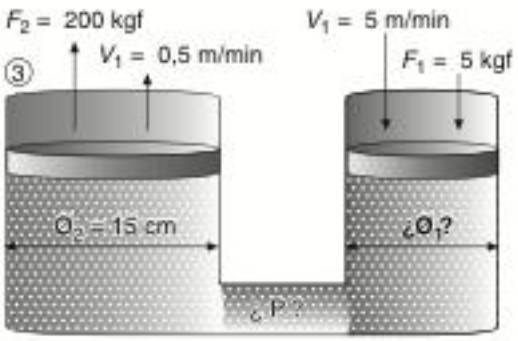
$$50\ \text{cm}^2 \cdot 4\ \frac{\text{mm}}{\text{seg}} = 0{,}7\ \text{cm}^2 \cdot V$$

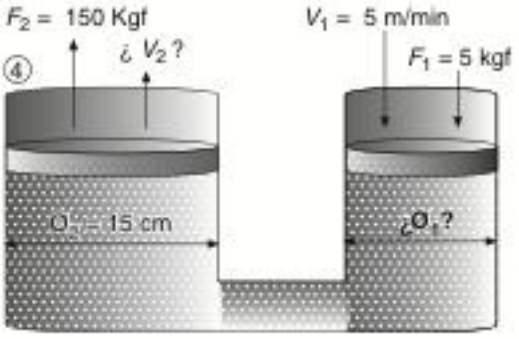
$$V = \frac{50\ \text{cm}^2 \cdot 4\ \frac{\text{mm}}{\text{seg}}}{0{,}7\ \text{cm}^2} = 285{,}7\ \frac{\text{mm}}{\text{seg}} =$$

$$= 0{,}2857\ \frac{\text{metros}}{\text{seg}}$$

4. En las prensas hidráulicas de la figura 2.27, calcula los valores que aparecen entre interrogaciones.







1) $S_1 = \dfrac{\pi \cdot ø^2}{4} = 78{,}54\ cm^2$

$S_2 = \dfrac{\pi \cdot ø^2}{4} = 78{,}54$

$- V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$

$5\ \dfrac{m}{min} \cdot 78{,}54\ cm^2 = V_2 \cdot 78{,}54\ cm^2$

$V_2 = 5\ \dfrac{m}{min}$

$- \dfrac{F_1}{S_1} = \dfrac{F_2}{S_2}$

$\dfrac{5\ kgf}{78{,}54\ cm^2} = \dfrac{F_2}{78{,}54\ cm^2}$

$F_2 = 5\ kgf$

2) $S_1 = \dfrac{\pi \cdot ø^2}{4} = 19{,}63\ cm^2$

$- V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$

$5\ \dfrac{m}{min} \cdot 19{,}63\ cm^2 = 0{,}5\ \dfrac{m}{min} \cdot S_2$

$S_2 = 5\ \dfrac{m}{min} \cdot 19{,}63\ cm^2 = 196{,}3\ cm^2$

$\dfrac{\pi \cdot ø^2}{4} = 196{,}3\ cm^2$

$ø^2 = \sqrt{249{,}93\ cm^2} = 15{,}8\ cm$

$- \dfrac{F_1}{S_1} = \dfrac{F_2}{S_2}$

$\dfrac{5\ kN}{19{,}63\ cm^2} = \dfrac{F_2}{196{,}3\ cm^2}$

$F_2 = \dfrac{5\ kN \cdot 196{,}3\ cm^2}{19{,}63\ cm^2} = 50\ kN$

3) $S_2 = \frac{\pi \cdot ø^2}{4} = 176{,}71\ cm^2$

– $V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$

$$5\ \frac{m}{min} \cdot S_1 = 0{,}5\ \frac{m}{min} \cdot 176{,}71\ cm^2$$

$$S_1 = \frac{0{,}5\ \frac{m}{min} \cdot 176{,}71\ cm^2}{5\ \frac{m}{min}} = 17{,}67\ cm^2$$

$$\frac{\pi \cdot ø_2^2}{4} = 17{,}67\ cm^2$$

$$ø_2^2 = 22{,}5\ cm^2$$

$$ø_2 = 4{,}71\ cm$$

– $D = \frac{F_1}{S_1} = \frac{5\ kgf}{17{,}67\ cm^2} = 0{,}28\ \frac{kgf}{cm^2}$

$D = \frac{F_2}{S_2} = \frac{200\ kgf}{176{,}71\ cm^2} = 1{,}13\ \frac{kgf}{cm^2}$

La presión en los dos émbolos tenía que ser la misma, según el principio de Pascal. Y aquí es distinta por lo que está mal el valor de alguna de las fuerzas F_1 o F_2.

4) $S_2 = \frac{\pi \cdot \varnothing_2^2}{4} = 176{,}71\ \text{cm}^2$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$\frac{5\ \text{kgf}}{S_1} = \frac{150\ \text{kgf}}{176{,}71\ \text{cm}^2}$$

$$S_1 = \frac{5\text{kgf} \cdot 176{,}71\ \text{cm}^2}{150\ \text{kgf}} = 5{,}89\ \text{cm}^2$$

$$\frac{\pi \cdot \varnothing_1^2}{4} = 5{,}89\ \text{cm}^2$$

$$\varnothing_1^2 = 7{,}5\ \text{cm}^2$$

$$\varnothing_1 = 2{,}74\ \text{cm}$$

$$-\ V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$$

$$5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot 5{,}89\ \text{cm}^2 = V_2 \cdot 176{,}71\ \text{cm}^2$$

$$V_2 = \frac{5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot 5{,}89\ \text{cm}^2}{176{,}71\ \text{cm}^2} = 0{,}16\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

5. Comprueba en los casos de la actividad anterior que se cumple la ley de conservación de la energía.

1) $P_{\text{motriz}} = P_{\text{resistente}}$

$$F_1 \cdot V_1 = F_2 \cdot V_2$$

$$5\ \text{kgf} \cdot 5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 25\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{min}}$$

$$5\ \text{kgf} \cdot 5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 25\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{min}}$$

2 $\quad 5\ \text{kN} \cdot 5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 25\ \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{min}}$

$$50\ \text{kN} \cdot 0{,}5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 25\ \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{min}}$$

3) Tendríamos que considerar una de las fuerzas y calcular la otra en función de la primeras.

4) $5\ \text{kgf} \cdot 5\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 25\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{min}}$

$$150\ \text{kgf} \cdot 0{,}16\ \frac{\text{m}}{\text{min}} = 24\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{min}}$$

En este caso no coinciden porque hemos despreciado los decimales en el redondeo.

6. En una instalación hidráulica queremos transmitir un caudal a una determinada presión por una tubería adecuada. Si conocemos dos de estos tres valores, calcula el tercero que le corresponda.

Si conocemos dos de estos tres valores, calcular el tercero que les corresponda.

a) Con la presión de 30 $\frac{kgf}{cm^2}$ nos vamos a la tabla 1 y tenemos que la velocidad recomendada es de 4 $\frac{m}{seg}$.

En la tabla 3 tenemos que las tuberías de 3/4″ tienen un diámetro interior de 21 mm) o lo que es lo mismo una sección:

$$S = \frac{\pi \cdot (21\ mm)^2}{4} = 346{,}36\ mm^2 = 3{,}46\ cm^2$$

Conociendo la sección y la velocidad, calculamos el caudal:

$$C = S \cdot V = 3{,}46\ cm^2 \cdot 4\ \frac{m}{seg} =$$

$$= 3{,}46\ cm^2 \cdot 4\ \frac{100\ cm}{seg} =$$

$$= 3{,}46 \cdot 4 \cdot 100\ \frac{cm^3}{seg} = 1.384\ \frac{cm^3}{seg}$$

b) Para una presión de 75 $\frac{kgf}{cm^2}$, la velocidad recomendada es 4,5 $\frac{m}{seg}$; si tenemos el caudal, calculamos la sección $C = S \cdot V$

$$0{,}00715\ \frac{m^3}{seg} = S \cdot 4{,}5\ \frac{m}{seg}$$

$$S = \frac{0{,}00715\ \frac{m^3}{seg}}{4{,}5\ \frac{m}{seg}} = 0{,}00159\ m^2 =$$

$$= 1\ 590\ mm^2$$

$$\frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} = 1.590\ mm^2$$

$$\varnothing = 45\ mm^2$$

Según la tabla 3 utilizaremos una tubería de 2″.

c) Conocida la sección y el caudal, calculamos la velocidad.

Una tubería 2 1/2″ con diámetro interior ø = 66 mm, tendrá sección:

$$S = \frac{\pi \cdot (66\ \text{mm})^2}{4} = 3.421{,}2\ \text{mm}^2 = 0{,}3421\ (\text{dm}^2$$

$$C = S \cdot V$$

$$950\ \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} = 0{,}3421\ \text{dm}^2 \cdot \text{V}$$

$$\text{V} = \frac{950\ \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}}{0{,}3421\ \text{dm}^2} = 2.776{,}97\ \frac{\text{dm}}{\text{min}} =$$

$$= 2.776{,}97\ \frac{\frac{\text{m}}{10}}{60\ \text{seg}} = \frac{2.776{,}97}{10 \cdot 60}\ \frac{\text{m}}{\text{seg}} =$$

$$= 4{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Con esta velocidad recomendada, nos vamos a la tabla 1 y tenemos que la presión puede oscilar entre + 50 – 100 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$.

7. Calcula la pérdida de carga en cada uno de los casos anteriores si en todos ellos el tramo de tubo mide 9 metros y la potencia necesaria de la bomba en CV.

a) En el ábaco 1 vemos:

Diámetro interior del tubo = 33 mm

$$\text{Caudal} = 1.384\ \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} =$$

$$= 1.384\ \frac{\frac{\text{dm}^3}{1.000}}{\frac{\text{min}}{60}} = \frac{1.384 \cdot 60}{1.000}\ \frac{\text{litro}}{\text{min}} =$$

$$= 13{,}04\ \frac{\text{litro}}{\text{min}}$$

$$\text{Pérdida de carga} = 350\ \frac{\text{Pascales}}{\text{metro}}$$

Pérdida de carga total =

$$= 350\ \frac{\text{Pascales}}{\text{metro}} \cdot 9\ \text{metros} =$$

$$= 3.150\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 3.150\ \frac{\frac{\text{kgf}}{9{,}81}}{10.000\text{cm}^2} =$$

$$= \frac{3.150}{9{,}5 \cdot 10.000}\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0{,}032\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

b) $\text{ø}_{\text{interior}} = 50\ \text{mm}$

$$C = 0{,}00715\ \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} =$$

$$= 0{,}00715\ \frac{1.000\ \text{dm}^3}{\frac{\text{min}}{60}} =$$

$$= 60 \cdot 0{,}00715 \cdot 1.000\ \frac{\text{litros}}{\text{min}} = 429\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

Se nos sale fuera del ábaco y no podemos calcular la pérdida de carga.

c) $\text{ø}_{\text{interior}} = 66\text{mm}$

$$\text{Caudal} = 950\ \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

Sucede lo mismo que en el caso anterior.

Nota: *con todo lo visto, las dos últimas combinaciones de la actividad 6 son inviables. A la hora de calcular la potencia de la bomba, la presión que ésta debe realizar será la de trabajo más la pérdida de carga.*

$$P_{\text{bomba}} = 30\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} +$$

$$+ 0{,}032\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 30{,}032\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

La potencia será:

$$P = 30{,}032\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 1\ 384\ \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} =$$

$$= 41.564{,}3\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{cm}}{\text{seg}} = 415{,}64\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{m}}{\text{seg}} =$$

$$= 415{,}64\ \frac{\text{CV}}{75} = 5{,}54\ \text{CV}$$

8. En una instalación neumática queremos transmitir un caudal de aire libre a una determinada presión por una tubería adecuada de más de 15 metros. Si conocemos dos de estos tres valores, calcula el tercero que le corresponda.

Nota: *Vamos a considerar para todos los casos una pérdida de carga de 0,05* kgf/cm^2 *por cada 10 metros de tubería.*

1) $C = 1.800 \dfrac{\text{litros}}{\text{min}}$

2) Tubería 1 1/4″

3) Está por encima de los 25 $\dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$, por lo que se sale del ábaco.

9. Calcula la pérdida de carga en cada uno de los casos anteriores si en todos ellos el tramo de tubo mide 35 metros. Calcula también los CV de las bombas necesarias.

Si el tramo mide más de 15 metros de longitud, pasamos la tubería inmediatamente por encima y tenemos:

1) $P_{\text{carga}} = \dfrac{0{,}025 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{10 \text{ metros}}$

$$P_{\text{carga total}} = \frac{0{,}025}{10} \frac{\dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{\text{m}} \cdot 35 \text{ m} =$$

$$= 0{,}0875 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

2) $P_{\text{carga}} = \dfrac{0{,}027 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{10\text{m}} \cdot 35 \text{ m} = 0{,}0945 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

3) Se sale del ábaco y no podemos calcularla.

10. Si en cada uno de los casos anteriores intercalamos una T (salida lateral), calcula la pérdida de carga en dicho elemento para cada uno de los tres casos.

En la tabla 4 tenemos:

1) Para una tubería de 1″ y una pérdida

$P_{\text{carga}} = 0{,}025 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ por cada 10 metros

$$P_{\text{carga}} = 0{,}025 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 0{,}162 = 0{,}00405 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

2) Para una tubería 1 1/2″ y P_{carga}=

$= 0{,}027 \dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ por 10 metros:

$$P_{\text{carga}} = 0{,}027 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 0{,}246 = 0{,}0066 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

11. ¿Cuál sería la pérdida de carga total en cada uno de los casos anteriores? ¿Qué presión necesitaríamos en el compresor?

La pérdida de carga total es la suma de la pérdida de carga de los 35 metros más la pérdida de carga de la «T».

$= 0{,}1011 \text{ kgf/cm}^2$

La presión que necesitamos del compresor será la suma de la presión de trabajo mas la pérdida de carga total.

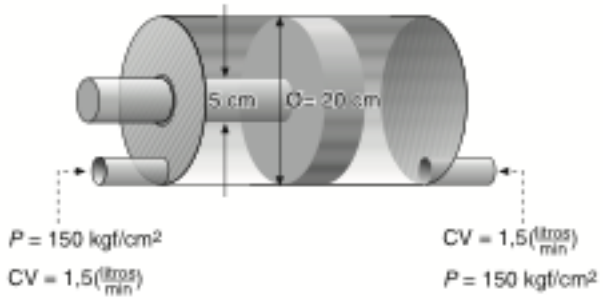
$$1.\ P_{\text{compresor}} = 6\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 0{,}09155\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$$

$$= 6{,}09155\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$2.\ P_{\text{compresor}} = 10\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 0{,}1011\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} =$$

$$= 10{,}1011\ \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

12. Tenemos un cilindro de doble efecto y vástago simple como el de la figura 2.28: Si lo accionamos con un caudal de 1,5 L/min a una presión de 150 kgf/cm2, halla:
a) La fuerza y velocidad que actúan sobre el émbolo en cada uno de los sentidos, hacia izquierda y derecha.
b) La potencia que desarrolla el pistón en cada uno de los casos anteriores. ¿Se cumple el principio de conservación de la energía?



a) Hacia la izquierda:

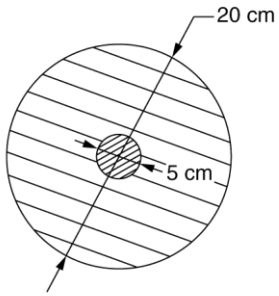
$$F = P \cdot S = 150 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\pi\ 20\ \text{cm}^2}{4}$$

$$= 150 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 314{,}16\ \text{cm}^2 = 47.124\ \text{kgf}$$

$$V = \frac{C}{S} = \frac{1{,}5 \frac{\text{litros}}{\text{min}}}{314{,}16\ \text{cm}^2} = \frac{1{,}5 \frac{1.000\ \text{cm}^3}{\text{min}}}{314{,}16\ \text{cm}^3} =$$

$$= \frac{1{,}5 \cdot 1.000}{314{,}16} \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 4{,}77 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

– Hacia la derecha:



$$S = S_1 - S_2 = \frac{\pi\ 20\ \text{cm}^2}{4} - \frac{\pi\ 5\ \text{cm}^2}{4} =$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot [20\ \text{cm}^2 - 5\ \text{cm}^2] =$$

$$= \frac{\pi}{4} 4.000 - 25\ \text{cm}^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 375\ \text{cm}^2 =$$

$$= 294{,}52\ \text{cm}^2$$

$$F = P \cdot S = 150 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 294{,}52\ \text{cm}^2 =$$

$$= 44.178\ \text{kgf}$$

$$V = \frac{C}{S} = \frac{1{,}5 \frac{\text{litros}}{\text{min}}}{294{,}52\ \text{cm}^2} =$$

$$= \frac{1{,}5 \frac{1.000\ \text{cm}^3}{\text{min}}}{294{,}52\ \text{cm}^2} = \frac{1.500}{294{,}52} \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= 5{,}09 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

b) Hacia la izquierda:

$$P = F \cdot V = 47\ 124\ \text{kgf} \cdot 4{,}77\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= 224.781\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{cm}}{\text{min}}$$

– Hacia la derecha:

$$P = F \cdot V = 44.178\ \text{kgf} \cdot 5{,}09\ \frac{\text{cm}}{\text{min}} =$$

$$= 22 \cdot 4 \cdot 866\ \frac{\text{kgf} \cdot \text{cm}}{\text{min}}$$

La potencia para los dos casos es la misma, y si aquí no lo es, se debe a que hemos despreciado los decimales.

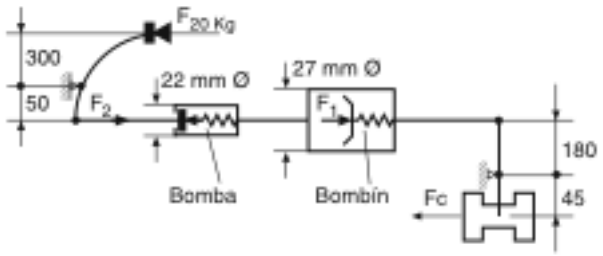
13. Rediseña la instalación neumática de tu taller, considerando una simultaneidad del 100%. En un caso extremo, extraeríamos la totalidad de aire que genera el compresor por todas las tomas al mismo tiempo y la misma cantidad en cada una de ellas. Tendremos las mismas consideraciones que en el último ejemplo de la presente unidad.

Ver actividad desarrollada nº 14 de esta unidad.

14. Haz lo mismo que en la actividad, pero en este caso cualquier toma debe de estar preparada para recibir la totalidad del aire comprimido. Tendremos en cuenta las mismas consideraciones anteriores.

Ver actividad desarrollada nº 14 de esta unidad.

15. En el embrague hidráulico de la figura 2.29, halla:
a) La fuerza *F*2 aplicada sobre la bomba de embrague cuando se aplica una fuerza de 20 kgf sobre el pedal.
b) La presión en kgf/cm2 sobre la bomba del embrague.
c) La fuerza *F*1 aplicada sobre el bombín de accionamiento del cojinete de empuje.
d) La fuerza *F*c transmitida al cojinete de empuje.



a) $300 \cdot 20 \text{ kgf} = 50 \, F_2$

$$F_2 = \frac{300 \cdot 20 \text{ kgf}}{50} = 120 \text{ kgf}$$

b) $$p = \frac{F_2}{S} = \frac{120 \text{ kgf}}{\frac{\pi \cdot (22 \text{ mm})^2}{4}} =$$

$$= \frac{120 \text{ kgf}}{380{,}13 \text{ mm}^2} = \frac{0{,}3156 \text{ kgf}}{\text{mm}^2}$$

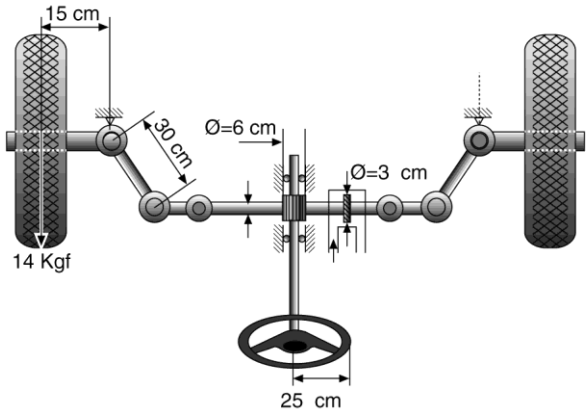
c) $$F_1 = P \cdot S = 0{,}3156 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{\pi \cdot 127 \text{ mm}^2}{4} =$$

$$= 0{,}3156 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \cdot 572{,}56 \text{ mm}^2 = 180{,}7 \text{ kgf}$$

d) $180{,}7 \text{ kgf} \cdot 180 = Fc \cdot 45$

$$F_C = \frac{180{,}7 \text{ (kgf)} \cdot 180}{45} = 722{,}8 \text{ kgf}$$

16. En la dirección hidráulica de la figura 2.30 la resistencia al giro para cada rueda es de 14 kgf. Los demás datos son los mismos que la actividad 25 de la unidad 4, con la diferencia de que a esta le añadimos un sistema hidráulico, que consiste en un cilindro de doble efecto, con doble vástago en la barra de mando,
siendo el diámetro de la barra de 18 mm y el del émbolo de 3 cm. Si, por otro lado, la presión que actúa por cada lado, según el sentido de giro, es de 2 kgf/cm2, calcula:
a) La fuerza que tenemos que ejercer sobre el volante para girar la dirección.
b) Compara los resultados con los de la dirección primera.



$14 \text{ kgf} \cdot 15 \text{ cm} = P \cdot 30 \text{ cm}$

$$P = \frac{14 \text{ kgf} \cdot 15 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 7 \text{ kgf}$$

$$F = p \cdot S =$$

$$= 2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\pi\ 3\ \text{cm}^2}{4} - \frac{\pi\ 1{,}8\ \text{cm}^2}{4} =$$

$$= 2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot (7{,}07\ \text{cm}^2 - 2{,}54\ \text{cm}^2) =$$

$$= 2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 4{,}53\ \text{cm}^2 = 9{,}06\ \text{kgf}$$

$$P = 7\ \text{kgf} + 7\ \text{kgf} - 9{,}06\ \text{kgf} = 4{,}94\ \text{kgf}$$

Y para el árbol de la dirección:

$$C_{\text{resistente}} = C_{\text{motriz}}$$

$$3\ \text{cm} \cdot 4{,}94\ \text{kgf} = 25\ \text{cm} \cdot F$$

$$F = \frac{3\ \text{cm} \cdot 4{,}94\ \text{kgf}}{25\ \text{cm}} = 0{,}59\ \text{kgf}$$

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 91

1. ¿Cuál de estas unidades es de densidad?
c) g/cm3, kg/L, libra/pulgada cúbica.

2. ¿Qué presión ejerce una fuerza de 100 kg al aplicarla sobre la superficie de un émbolo de 100 mm de diámetro?
a) 1,27 kg/cm2.

3. ¿Qué presión miden los manómetros?
c) La relativa.

4. La presión absoluta es igual a:
a) La presión atmosférica + la presión relativa.

5. El caudal se mide en:
d) kg/s, L/min, m3/h, m3/s.

6. La potencia desarrollada por una bomba es igual a:
d) El caudal de fluido que bombea por la presión a la que lo bombea.

7. La ley de Boyle-Mariotte dice que:
b) A temperatura constante, la presión por el volumen se mantiene constante, pV = cte., o $p_1V_1 = p_2V_2$.

8. En una tubería sin pérdidas con 3 diámetros diferentes, el caudal que pasa por cada uno de ellos es:
a) El mismo.

9. ¿Qué entiendes por pérdida de carga?
c) La pérdida de presión del fluido a lo largo de la tubería.

10. Según el principio de Pascal, al aplicar sobre un émbolo de 2 cm2 de superficie una fuerza de 10 kg, comunicado con otro émbolo de 200 cm2, la fuerza desarrollada es de:
b) 1.000 kg.

UNIDAD 3: Elementos hidraúlicos y neumáticos

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 104

1. Identifica los distintos componentes del grupo compresor de la instalación neumática del taller.

2. Busca en la placa de características o en el manual las características del grupo compresor.

3. ¿Qué sistema de regulación emplea el grupo compresor?

4. ¿Qué volumen o capacidad tiene el acumulador?

5. Haz una tabla de mantenimiento de un grupo compresor con el manual de este.

1., 2., 3., 4. y 5.
Nota: *todas estas actividades las dejamos al criterio del profesor, según el equipo neumático disponible en el taller y el tipo del que se trate.*
Como plan de mantenimiento exponemos uno general que nos puede servir de orientación para cualquier instalación:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
En primer lugar es obligatorio elegir adecuadamente el aceite, tanto para el compresor como para el circuito neumático. El mezclado de aceites de distintos fabricantes o distintos tipos del mismo fabricante puede presentar formaciones de lodos y sedimentos que provocan, en determinadas circunstancias, averías y daños.
CADA DÍA:
1º Eliminar el agua condensada en el acumulador abriendo rápidamente la válvula de purga, si no la tiene automática, para evitar pérdidas de presión del aire.

2º Eliminar el agua acumulada en cada una de las unidades de mantenimiento.

3º Comprobar que no haya algún tipo de fuga en la instalación, prestando atención un momento en silencio.

4º Comprobar el nivel de aceite en los engrasadores de las unidades de mantenimiento.

5º Aislar el acumulador de la red con la válvula de cierre durante la noche o cuando no se vaya a utilizar el compresor, para evitar que se rompa el compresor en caso de que una manguera se estropee o tenga pérdida de aire.

SEMANALMENTE:
1º Limpiar los filtros tanto del compresor como de las unidades de mantenimiento con un

chorro de aire a presión.

2º Comprobar el nivel de aceite del compresor y observar el aspecto del mismo. Si tiene un aspecto turbio o acuoso, significa la presencia de agua en los compresores refrigerados por agua.

3º Comprobar el nivel del agua de la refrigeración si la llevara.

4º Una vez que el sistema esté trabajando normalmente durante un rato, comprobar los valores del termómetro, manómetro y tarado de la válvula de descarga.

SEMESTRALMENTE:
1º Cambiar según lo estipulado por el fabricante el aceite de engrase del compresor.

2º Al igual que el aceite, también cambiaremos los filtros del aceite, del aire de entrada al compresor y de las unidades de mantenimiento.

ANUALMENTE:
1º Proceder a la verificación del manómetro, termómetro, válvula de cierre, válvula de seguridad, sistema de regulación, etc.

2º Comprobar minuciosamente el estado de válvulas, cilindros, engrasadores, limitadores de presión, etc.

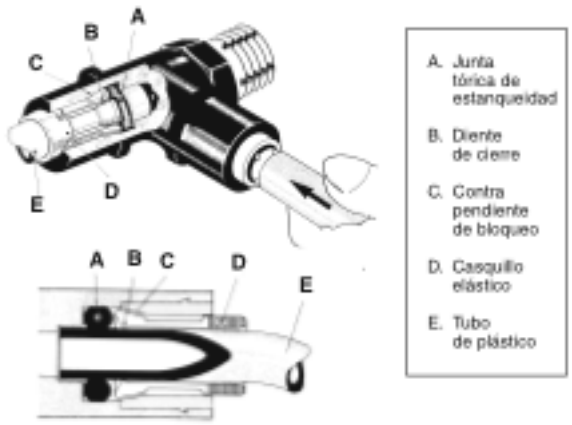
3º Asegurarse de que nigún componente presenta señales de oxidación. En caso afirmativo, cepillar la oxidación y volver a pintarlo.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 109

6. Sobre el circuito neumático del taller, comenta todos los detalles que puedes apreciar y que hemos tratado en este punto.

7. Explica el proceso de montaje de los racores de conexión rápida y los cónicos para los tubos de plástico.
6. y 7. Respuesta abierta.
Nota: *en estas dos actividades hacemos la misma consideración que en las de la página 97.*

– *Racores de conexión rápida.*
El sistema de funcionamiento es sencillo: el tubo de plástico se introduce a presión dentro del racor hasta sobrepasar la junta tórica de estanqueidad, haciendo tope con el encaje interior del accesorio.



Racores de conexión rápida.

Al llegar al citado punto, el tubo está en disposición de trabajo, ya que el diente de cierre le impide retroceder al estar sujeto por la contrapendiente de bloqueo, que lo aprieta con mayor firmeza al recibir una presión contraria a la de entrada del tubo.
Cuando es necesario extraer el tubo del interior del racor, se efectúa una presión hacia el interior sobre el casquillo elástico, que, al avanzar, produce una apertura del diente del cierre dejando libre el tubo, con lo cual su extracción es
sumamente fácil.
En otros racores para asegurar la estanqueidad, una vez colocado el tubo, tiramos del casquillo elástico hacia fuera gracias al anillo del que disponen.

– *Racores cónicos para tubos de plástico.*
Hay que tener cuidado a la hora de apretar la tuerca moleteada, aunque la especial forma del cono de conducción impide posibles cortes de tubo.

8. Explica el funcionamiento de los enchufes rápidos para circuitos hidráulicos.

En este tipo de enchufes, tanto el terminal macho como el terminal hembra, tienen en su posición de reposo una válvula de bola que impide la salida de aceite. Pero cuando se conectan entre sí, se desplazan las dos válvulas y permiten el paso de aceite entre ellos. Como en los neumáticos, el terminal hembra dispone de un sistema de anclaje y fijación que impide que se suelten accidentalmente una vez conectados. Y también para separarlos es preciso desplazar axialmente la carcasa de cierre de dicho terminal, quedando así liberados.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 113

9. De los tres elementos de la unidad de mantenimiento de un circuito neumático, ¿cuáles no crees necesarios en un circuito hidráulico?

En la unidad de mantenimiento de un circuito hidráulico no es necesario el engrasador, ya que el propio aceite del circuito nos sirve de lubricante.

10. ¿Sabrías explicar en qué consiste el efecto Venturi y cómo se aplica en un engrasador?

La presión en las paredes de un tubo por el que circula aire varía según la velocidad a la que éste circula, siendo menor cuanto mayor sea la velocidad del aire.

Una aplicación de este efecto la tenemos en los carburadores, donde, para llegar la gasolina al colector de admisión, ésta es aspirada en un estrechamiento al paso del aire y así consigue que la velocidad del aire sea mayor y la presión menor. Aumenta de esta manera la aspiración de la gasolina.
Otra aplicación la tenemos en un pulverizador, en un engrasador, etc.
Por otra parte es la causa de fenómenos naturales como el inicio de las olas en el agua.

11. Comprueba en un engrasador del taller sobre qué actúa el tornillo de regulación para controlar el goteo.

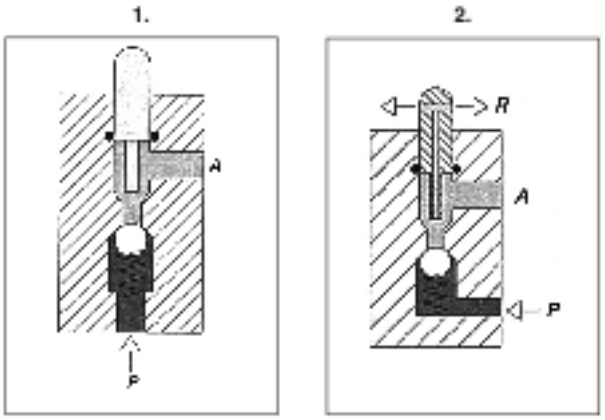
Con el tornillo estrangulamos más o menos el conducto por el que sube el aceite, para mezclarse con el aire.

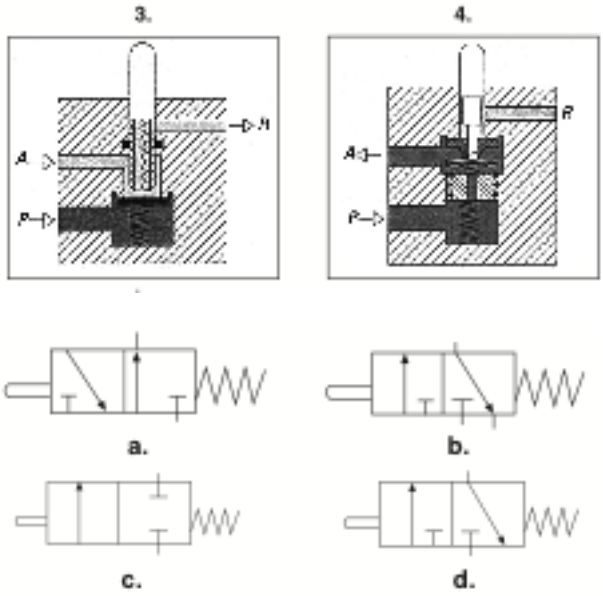
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 120

12. De los símbolos normalizados de las siguientes válvulas, designa a cada una de forma abreviada, número de vías/número de posiciones.

De izquierda a derechas y de arriba a abajo, son del siguiente tipo: 2/2; 4/2; 4/3; 4/3; 3/2; 4/3; 4/3; 4/3.

13. Relaciona a cada una de las válvulas siguientes con su correspondiente símbolo.



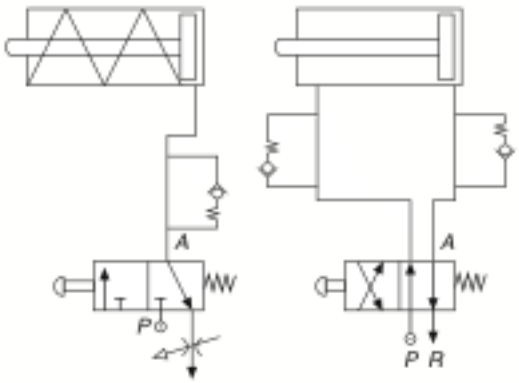


De izquierda a derecha y de arriba a abajo:

Válvula	Símbolo
1	c
2	b o d
3	b o d
4	a

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 121

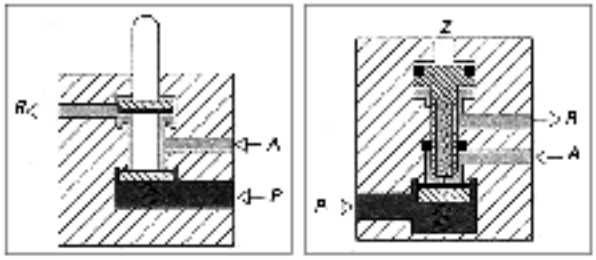
14. Haz el esquema de un circuito neumático para un cilindro de simple efecto y otro de doble efecto, donde podamos regular las velocidades de avance y retroceso independientemente.

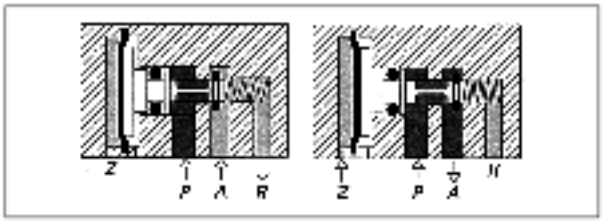


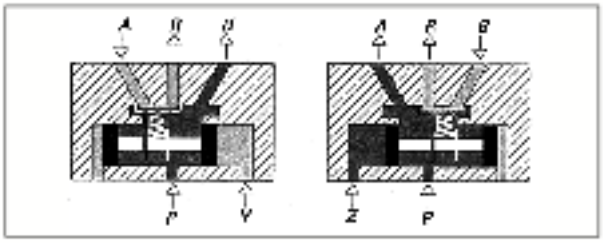
Cilindro simple efecto Cilindro de doble efecto

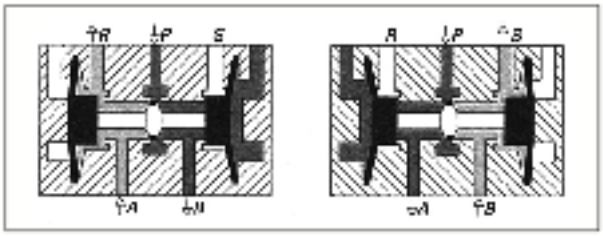
Nota: *Debemos regular el flujo de escape siempre que podamos, puesto que si regulamos el de alimentación, cualquier variación de la carga supone una sensible modificación de la velocidad.*

15. Dadas las siguientes válvulas distribuidoras, deduce de qué tipo se trata cada una y represéntalas esquemáticamente.





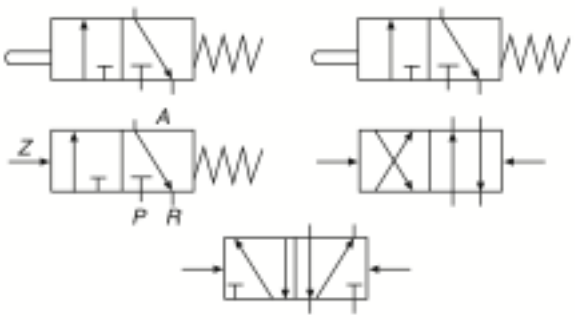




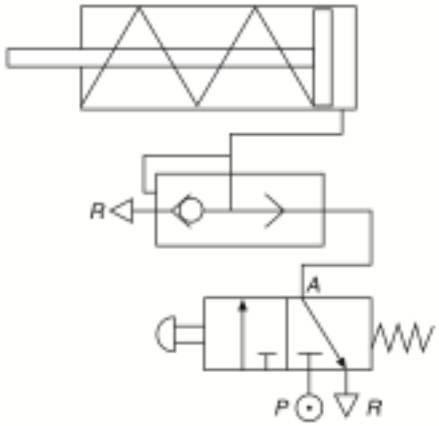
De izquierda a derecha y de arriba a abajo son del tipo:

3/2; 3/2; 3/2; 4/2; 5/2.

La representación esquemática es:



16. Haz el esquema de un circuito neumático para un cilindro de simple efecto, con un retroceso rápido, empleando una válvula de purga rápida.



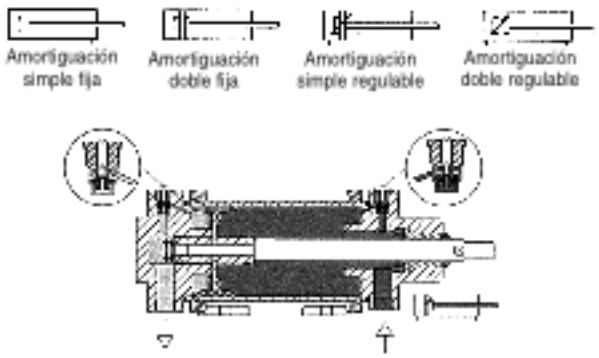
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 125

17. ¿Por qué en los cilindros de un solo vástago la fuerza en un sentido es menor que en el otro? ¿Y la velocidad?

En los cilindros de doble efecto y un sólo vástago, debido a la presencia del vástago en una de las cámaras, la superficie eficaz del émbolo queda reducida, por lo cual el esfuerzo obtenido será mayor en la carrera de avance que en la de retroceso.
Al mismo tiempo, la cavidad de la cámara del vástago queda reducida por la presencia de éste y tardará menos en llenarse, por lo que la velocidad será mayor en la carrera de retroceso y menor en la de avance.

18. Explica el funcionamiento de los cilindros con amortiguación regulable.

La amortiguación regulable se realiza por medio de un émbolo amortiguador situado sobre el vástago y un cilindro adicional, así como el sistema de regulación del fluido de escape, que actúa como colchón.
Cuando el émbolo amortiguador penetra en el cilindro amortiguador, cierra el aire residual contenido en el cilindro, que se ve obligado a salir por un regulador de caudal que permite el escape controlado del fluido para que el émbolo llegue lentamente al final del recorrido. Para permitir que el cilindro pueda realizar la carrera contraria, se instala una válvula de retención, de forma que durante el escape esté cerrada y en la admisión se abra para permitir la entrada de fluido.



ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 131

19. Identifica los distintos componentes de la toma de fuerza de la dirección asistida de un vehículo y de la maqueta de hidráulica, si la hay en los talleres.

20. ¿Qué tipo de bomba emplea cada una?

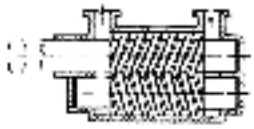
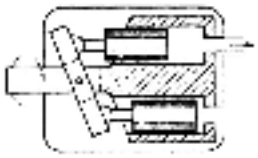
19. y 20.
Estas actividades las dejamos a criterio del profesor según el material disponible en el taller.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 132

1. Haz una clasificación de los distintos compresores y ordénalos de mayor a menor presión y de mayor a menor caudal.

Para hacernos una idea de las características de los compresores, nos valemos de la tabla 3.1 de este tema, donde tenemos las características de las bombas hidráulicas, ya que serán muy parecidas.
Se trata en los dos casos de fluidos. De más a menos presión, serán:
– Compresor de pistón.
– Compresor de diafragma.
– Compresor de paletas.
– Compresor de tornillos.
– Compresor *roots.*
– Turbo compresores radiales.
– Turbo compresores axiales.

Si comparamos compresores equivalestes con potencias semejantes, la clasificación para caudales será inversa ya que la potencia P = Presión · Caudal.
Para compresores de la misma potencia, a mayor presión tendrán menor caudal.

	Tipo de bomba	Margen de revoluciones rpm	Volumen de expulsión (cm^3/rev)	Presión nominal (bar)
	Bomba de engranajes exteriores	500 - 3 500	1,2 - 250	63 - 160
	Bomba de engranajes interiores	500 - 3.500	4 - 250	160 - 250
	Bomba helicoidal	500 - 4.000	4 - 630	25 - 160
	Bomba de aletas celulares	960 - 3.000	5 - 160	100 - 160
	Bomba de émbolos axiales	... - 3.000 750 - 3.000 750 - 3.000	100 25 - 800 25 - 800	200 160 - 250 160 - 320
	Bomba de émbolos radiales	960 - 3.000	5 - 160	160 - 320

2. Explica el funcionamiento de los distintos sistemas de regulación y en qué casos se utilizan cada uno de ellos.

Los sistemas de regulación son tres:
– Actuando sobre el propio compresor: En los compresores arrastrados por un motor de combustión, cuando no resulte práctico arrancar y parar el motor contínuamente, es corriente el empleo de una válvula presostática, que actúa cuando se alcanza la presión máxima en el depósito. Dicha válvula se abre entonces, permitiendo el paso del aire a través de un pequeño tubo que conduce al mecanismo de descarga. Éste mantiene abierta la válvula de admisión del compresor, haciéndolo funcionar en vacío.
Cuando la presión desciende al mínimo, la válvula tarada se cierra, cortando el paso del

aire por el tubo y cerrando así la válvula de admisión, que queda liberada nuevamente permitiendoel funcionamiento normal.

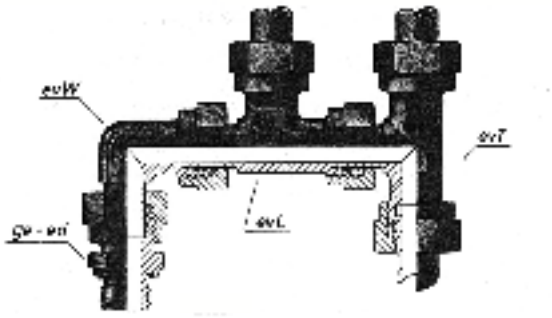
– Actuando sobre el motor:
En los compresores arrastrados por un motor eléctrico, el sistema de regulación más empleado es el que actúa sobre el motor eléctrico. Para ello se dispone de un presostato o interruptor de presión.
Cuando la presión del sistema alcanza su nivel máximo, el interruptor se abre y corta la corriente que va al motor del compresor. Cuando la presión desciende a un nivel dado, el interruptor se cierra para volver a arrancar el compresor.

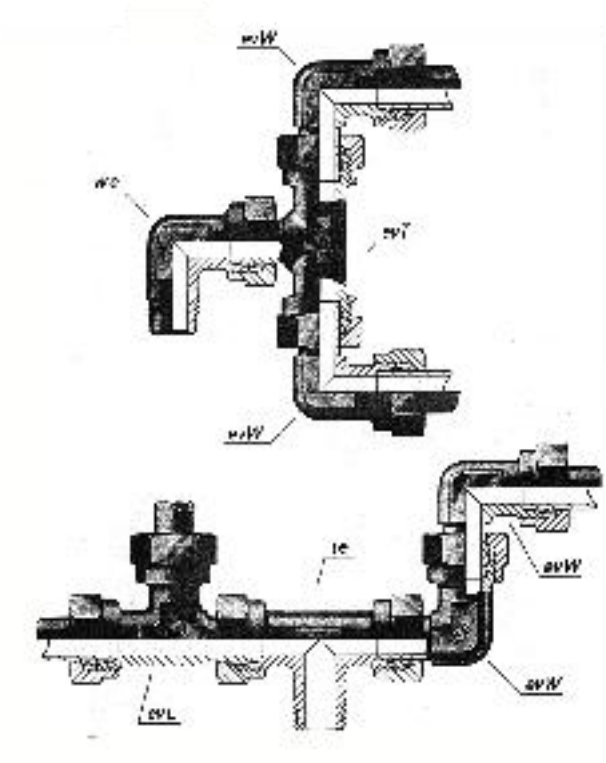
– Actuando sobre el circuito:
En este caso se dispone de una válvula limitadora de presión que permite el vertido del aire hacia la atmósfera cuando se supera el valor de presión establecido.

3. Haz una clasificación de las conexiones entre tubos y demás componentes.

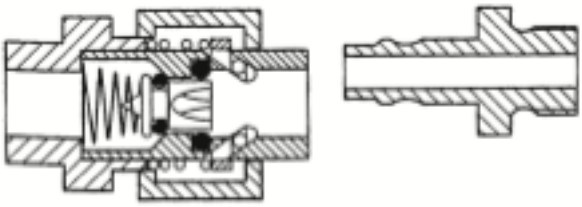
Ver epígrafe sobre elementos de conexión en la página 110.

4. Explica el proceso de montaje de las siguientes uniones roscadas y, si dispones de medios, realízalas.





Ver la actividad resuelta de la figura 4.29 de esta unidad.



5. Si dispones de medios, realiza el montaje de racores para mangueras, tanto desmontables como fijos.

Ver la actividad resuelta de la figura 3.30 de esta unidad.

6. Si dispones de medios, realiza el montaje de racores de conexión rápidos y cónicos para tubos de plástico.

Respuesta abierta

7. Haz una clasificación de los distintos tipos de válvulas.

– Válvulas distribuidoras.
– Válvulas reguladores de caudal:
    válvulas de cierre
    válvulas de retención
    válvulas de estranguladoras
    válvulas estranguladores de retención

válvulas de purga rápida
válvulas selectoras de retención
válvulas de simultaneidad

– Válvulas reguladoras de presión:
válvula limitadora de presión
válvula de secuencia
válvula reductora de presión

8. ¿Para qué funciones emplearías las siguientes válvulas? Represéntalas según las normas.

a) Válvula 2/2, normalmente cerrada. Sirve como válvula de paso y cierre de un conducto (accionamiento eléctrico).

b) Válvula 3/2, normalmente cerrada. Se emplea para mandar cilindros de simple efecto (accionada con pedal).

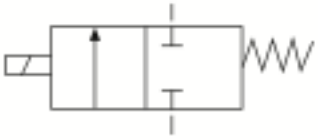
c) Válvula 4/2. Se utiliza para gobernar cilindros de doble efecto (accionada con palanca).

d) Válvula 5/2. Tiene el mismo empleo que la anterior.

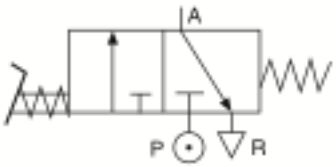
e) Válvula 4/3, posición central de bloqueo. Se emplea cuando un cilindro de doble efecto debe quedar bloqueado en un punto intermedio de su recorrido (accionada con palanca).

f) Válvula 4/3, posición central de desbloqueo. Se emplea cuando un cilindro de doble efecto debe quedar desbloqueado en un momento de su actuación. ¿Dónde has visto que se emplea esta válvula?

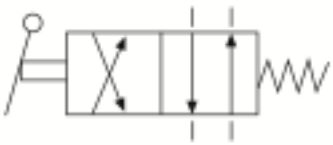
8. a) Válvula 2/2, normalmente cerrada. Sirve como válvula de paso y cierre de un conducto (accionamiento eléctrico).



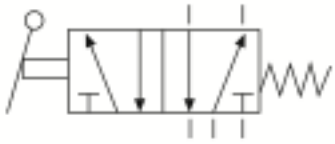
b) Válvula 3/2, normalmente cerrada. Se emplea para mandar cilindros de simple efecto (accionada con pedal).



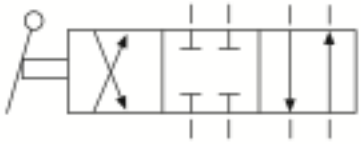
c) Válvula 4/2. Se utiliza para gobernar cilindros de doble efecto (accionada con palanca).



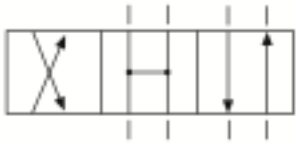
d) Válvula 5/2. Tiene el mismo empleo que la anterior.



e) Válvula 4/3, posición central de bloqueo. Se emplea cuando un cilindro de doble efecto debe quedar bloqueado en un punto intermedio de su recorrido (accionada con palanca).



f) Válvula 4/3, posición central de desbloqueo. Se emplea cuando un cilindro de doble efecto debe quedar desbloqueado en un momento de su actuación. ¿Dónde has visto que se emplea esta válvula?



9. Haz una clasificación de los distintos acumuladores. Como acumulador de peso, ¿qué tipo de cilindro podríamos emplear empotrándolo en el suelo?

– Según la forma construtiva:
- acumulador de peso
- acumulador de resorte
- acumulador de pistón
- acumulador de vejiga
- acumulador de membrana

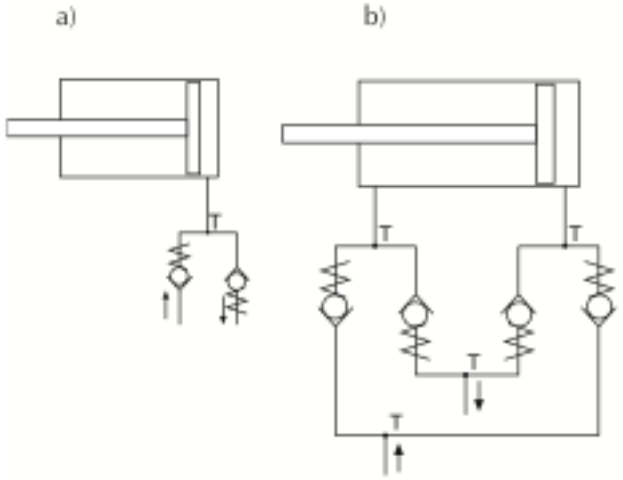
– Según la función:
- acumulador de energía
- acumulador de suspensión
- acumulador anti-pulsaciones

Como acumulador de peso podríamos emplear un cilindro de tipo buzo.

10. Queremos construir una bomba de émbolo.
a) ¿Cómo podríamos hacerla de simple efecto, si disponemos de un cilindro de simple efecto, dos válvulas de retención, una T y demás elementos de unión?
b) ¿Cómo podríamos hacerla de doble efecto, si disponemos de un cilindro de doble efecto, 4 válvulas de retención, 4 Tes y demás elementos de unión? Haz el esquema de cada una.
Nota: Una bomba de simple efecto aspira en una carrera e impele en la otra. Una de

doble efecto aspira e impele en una carrera y en la otra.

Nota: *Una bomba de simple efecto aspira en una carrera e impele en la otra. Y una de doble efecto aspira e impele en una carrera y en la otra.*



EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 133

1. ¿Qué elementos transforman la energía acumulada en el aire en energía mecánica?
d) Los actuadores.

2. ¿Qué tipo de compresor aspira aire por la válvula de aspiración y lo envía al circuito de alta presión a través de la válvula de escape?
d) De pistón.

3. Los compresores accionados por motor térmico están previstos de un sistema que evita superar la presión de trabajo, ¿de cuál se trata?
d) Válvula presostática.

4. La red de distribución de aire comprimido en su trazado será:
c) Inclinada hacia el lugar de servicio.

5. La unidad de mantenimiento general está constituida por:
d) Filtro, regulador y engrasador.

6. ¿Qué elementos neumáticos se utilizan para controlar la dirección que debe tomar el fluido en cada fase?
c) Distribuidores.

7. ¿Qué números se utilizan para señalar en los esquemas la presión y el escape?
c) 1; 3, 5.

8. ¿Qué pictograma se utiliza para simbolizar un accionamiento manual por pulsador de una válvula?
a)

9. En los cilindros que funcionan a velocidades considerables, ¿qué sistema se utiliza para evitar que el pistón golpee con las culatas?
d) Amortiguadores de fin de carrera.

10. ¿Qué tipo de bombas hidráulicas son las más utilizadas y sencillas?
a) Engranajes.

UNIDAD 4: Circuitos hidraúlicos y neumáticos básicos

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 141

1. De los distintos grupos funcionales enunciados en esta unidad, ¿cuáles forman el circuito de potencia y cuáles el de mando?

– Circuito de potencia: es el encargado de transmitir la energía de la bomba al elemento de trabajo. La forman los siguientes grupos:
- Elementos de producción y distribución delfluido.
- Elementos de gobierno.
- Elementos de trabajo o actuadores.

– Circuito de mando: encargado de controlar al circuito de potencia. Lo forman los siguientes grupos:
- Elementos de producción y distribución del fluido.
- Elementos de mando.
- Elementos de entrada de señales.
- Tratamiento de señales.

2. Clasifica todos los elementos de la unidad 3, según pertenezcan a cada uno de los grupos funcionales mencionados.

– Elementos de producción y distribución:
- Grupos compresor o grupo bomba.
- Red de distribución (tubería, manguera y elementos de conexión).

– Elementos de mando:
- Válvulas distribuidoras.
- Válvulas de cierre.

– Elementos de entrada de señales:
- Finales de carrera (son válvulas distribuidores accionadas por una leva en el vástago del cilindro al final de su carrera).
- Detectores de proximidad.

– Tratamiento de señales:
- Válvulas de retención.
- Válvulas estranguladoras.
- Válvulas estranguladoras de retención.
- Válvulas de purga rápida.
- Válvulas selectoras de retención.
- Válvulas de simultaneidad.

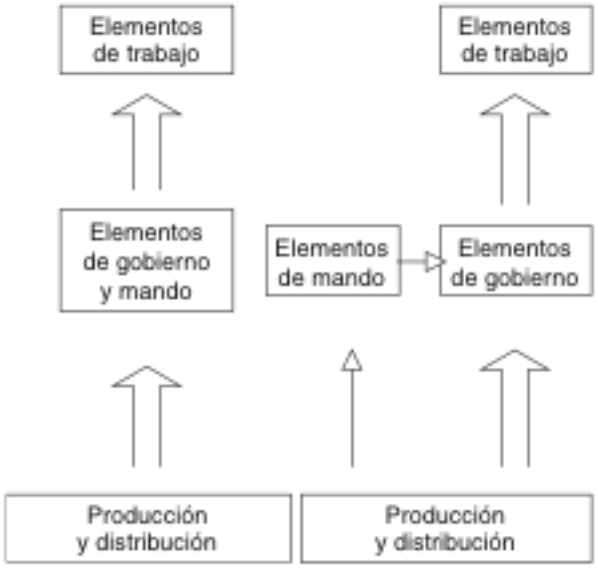
– Elementos de gobierno:
- Válvulas distribuidoras.

– Elementos de trabajo:
- Motores.
- Cilindros.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 146

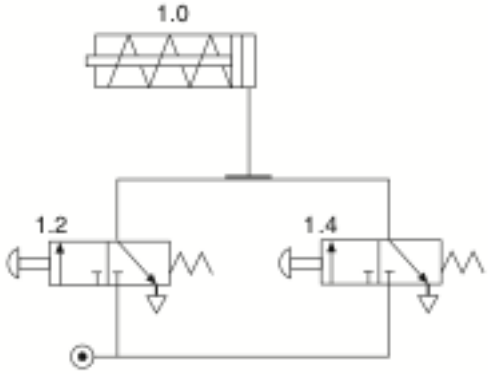
3. Haz un organigrama, con sus grupos funcionales, como el de la figura 4.4, para un circuito manual con mando directo y otro manual con mando indirecto.

3.



4. ¿Se podría accionar directamente un cilindro de simple efecto desde dos puntos distintos con solo dos válvulas 3/2? Razona la respuesta.

Hacemos el circuito de la Figura 4.7 y 4.8, pero sin la válvula selectora o la de simultaneidad, que sustituiremos por una «T».



Se trata del mando directo de un cilindro de simple efecto, desde dos puntos distintos con sólo dos válvulas 3/2.
La cuestión es: ¿funcionará este accionamiento?
Si nos ponemos en un caso, pulsamos una de las válvulas, vemos que la presión pasaría al escape por la otra válvula y el cilindro no se accionaría.
Para accionarlo tendríamos que pulsar las dos válvulas al mismo tiempo.
Concluimos, que no podríamos obtener el efecto de la figura 8 pero sí el de la figura 9.

5. Explica el funcionamiento de los circuitos de las figuras 4.13, 4.14, 4.15 y 4.17.

Figura 4.13
Mando de un cilindro de doble efecto, mando directo, con una válvula 4/2. Normalmente el cilindro está replegado y cuando pulsamos la válvula se cruza el flujo y se despliega, hasta que deja de pulsarse.
Figura 4.14
El funcionamiento es idéntico al anterior sólo que la válvula es una 5/2 con dos escapes en vez de uno.
Figura 4.15
Mando de un cilindro de doble efecto, mando directo, con una válvula 4/3. La válvula está accionada por palanca y puede coger cualquier posición; una de desplegado, otra de replegado y la intermedia de bloqueo del cilindro en cualquier posición intermedia que se encuentre.
Figura 4.16
Es la misma que la anterior, sólo que en la posición intermedia de la válvula no se bloquea el cilindro, sino que queda libre.

6. ¿Cuál de estos circuitos se emplea en la dirección asistida de un coche?

No se emplea ninguno; el más parecido es el de la figura *4*.16, en la que la válvula tendrá en su posición intermedia una «H» (ver figura 4.38 de la unidad 4).

7. ¿En qué tipo de circuitos clasificarías a los dos circuitos siguientes (figura 4.26)? Explica cómo funcionan.

7.

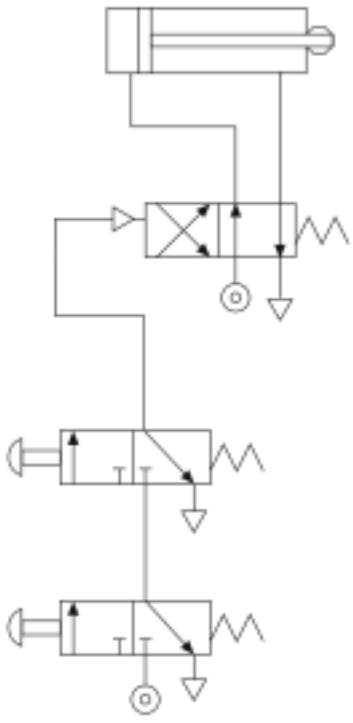


Figura 4.23
Mando de un cilindro de doble efecto, mando indirecto desde dos puntos simultáneamente, pero sin válvula de simultaneidad.
En este mando, el cilindro está normalmente desplegado. Para replegarlo tenemos que pulsar

al mismo tiempo a dos válvulas 3/2 en cadena, que pilotan a otra válvula de gobierno 4/2.

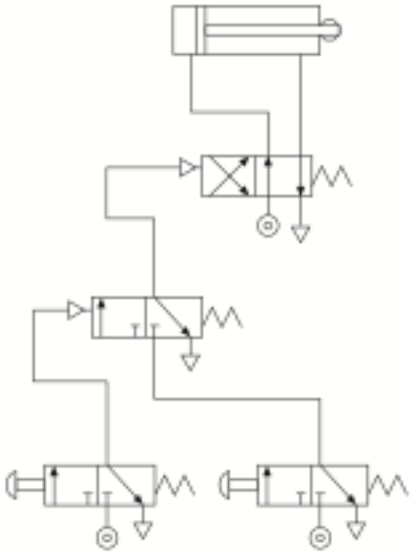
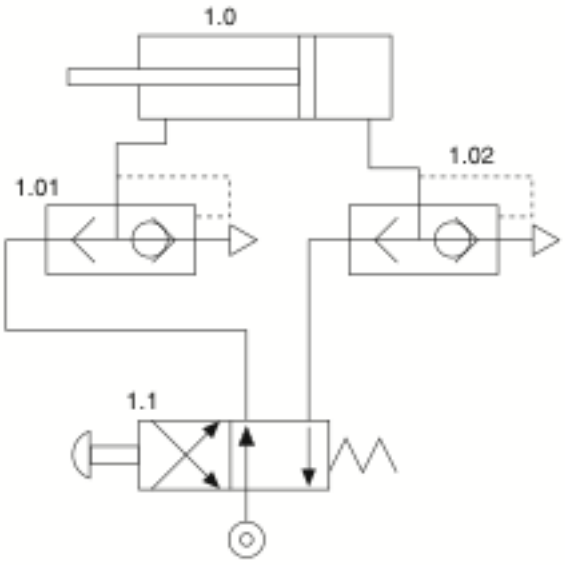


Figura 4.24

Es el mismo mando que en el caso anterior, pero aquí se intercala entre las dos válvulas de mando y la de gobierno, pilotada por otra de tratamiento de señales o que está pilotada, a su vez, por las dos de mando.

8. En la figura 4.22, explica cómo conseguir el aumento de la velocidad en un sentido o en ambos con la aplicación de válvulas de escape rápido que permitan obtener un vaciado más rápido.

8.



ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 149

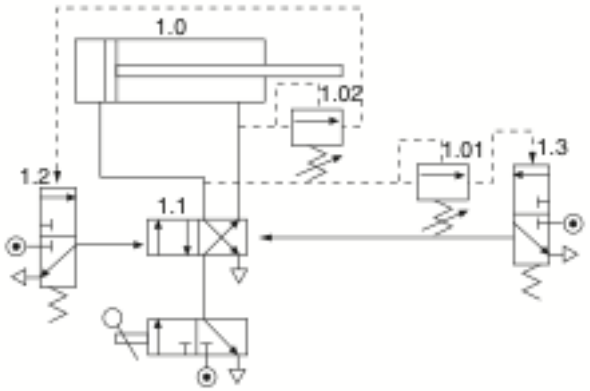
9. De los circuitos de las figuras 4.23, 4.24 y 4.25, ¿cuáles son semiautomáticos y

cuáles automáticos? Explica por qué.

– En el mando semiautomático, el ciclo de trabajo se efectúa sin interrupción, aunque su repetición depende de una acción de mando
del operador.
Tanto la figura 4.25 como la 4.26 se trata de un mando semiautomático, puesto que, para empezar un nuevo ciclo tendríamos que volver a pulsar.
– El mando automático permite la repetición indefinida del ciclo de trabajo; como es el caso de la figura 4.27.

10. Haz un circuito con movimiento de vaivén de un cilindro de doble efecto con dos válvulas de secuencia de presión, en lugar de dos finales de carrera. Explica el funcionamiento.

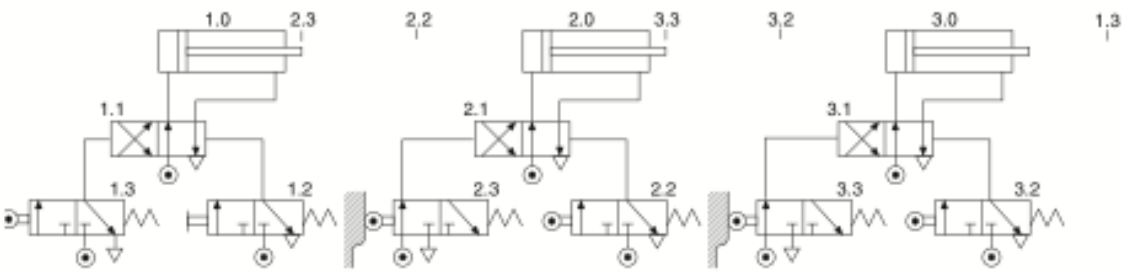
10.



Cuando abrimos la válvula de palanca, el cilindro retrocede hasta el final de su carrera, donde el aumento de presión activa la válvula de secuencia 1.02, que pilota a la válvula de gobierno, para iniciar la carrera de avance del cilindro hasta el final.
Es en este punto cuando el aumento de presión activa a la otra válvula de secuencia 1.01, que actúa sobre la válvula de gobierno 1.3 para iniciar la carrera de retroceso y comenzar el ciclo nuevamente. Seguirá así indefinidamente hasta que cerremos la válvula de palanca.

11. Identifica cada uno de los componentes del siguiente circuito, según la numeración decimal.

11.



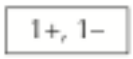
Cilindro	1.0	2.0	3.0
Órgano de gobierno	1.1	2.1	3.1
Mandos de la fase de salida	1.2	2.2	3.2
Mandos de la fase de entrada	1.3	2.3	3.3
Tratamiento de señal	–	–	–

12. Enumera a cada uno de los componentes de todos los circuitos vistos hasta ahora, empleando el criterio de la numeración decimal.

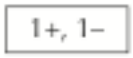
Sugerimos ir viendo cada una de las figuras del libro de texto para enumerar cada uno de los componentes.

13. Realiza el diagrama de fases de cada uno de los circuitos automáticos o semiautomáticos estudiados en el punto anterior.

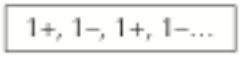
– *Para el circuito de la figura 4.25:*
Pulsando la válvula 1.2 se inicia la fase (avance del cilindro 1.0), actuando sobre su final de carrera 1.3, que inicia la carrera de retroceso.
• 1ª Fase: (1.2+, 1.0+, 1.3+)
• 2ª Fase: (1.0–, 1.3–)
El diagrama de fases de forma simbólica quedaría:



– *Para el circuito de la figura 4.26:*
El pulsado de 1.2 inicia la primera fase (avance del cilindro).
• 1ª Fase (1.2+, 1.0+)
Una vez terminado el avance, la presión en la parte posterior aumenta, hasta accionar la válvula de secuencia que pilota a la válvula 1.3, y ésta a su vez a la de gobierno 1.1, iniciándose así la carrera de retroceso, y termina con ella el ciclo.
• 2ª Fase (1.5+, 1.3+, 1.0–)
El diagrama de fases quedará:



– *Para el circuito de la figura 6.27:*
• 1ª Fase: (1.4+, 1.0+, 1.2–, 1.3+)
• 2ª Fase: (1.0–, 1.3–, 1.2+)
• 3ª Fase: (1.0+, 1.2–, 1.3+)
• 4ª Fase: (1.0–, 1.3–, 1.2+)
Y así indefinidamente hasta que corremos la válvula 1.4, puesto que se trata de un circuito de mando automático.
El diagrama de fases es:



ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 150

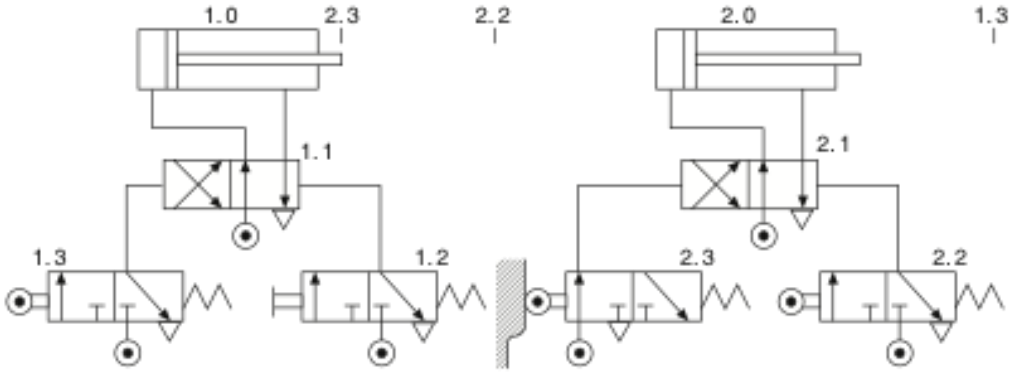
14. Dado el circuito de las figuras 4.31, 4.32 y 4.33, desarrolla el diagrama de fases de cada circuito.

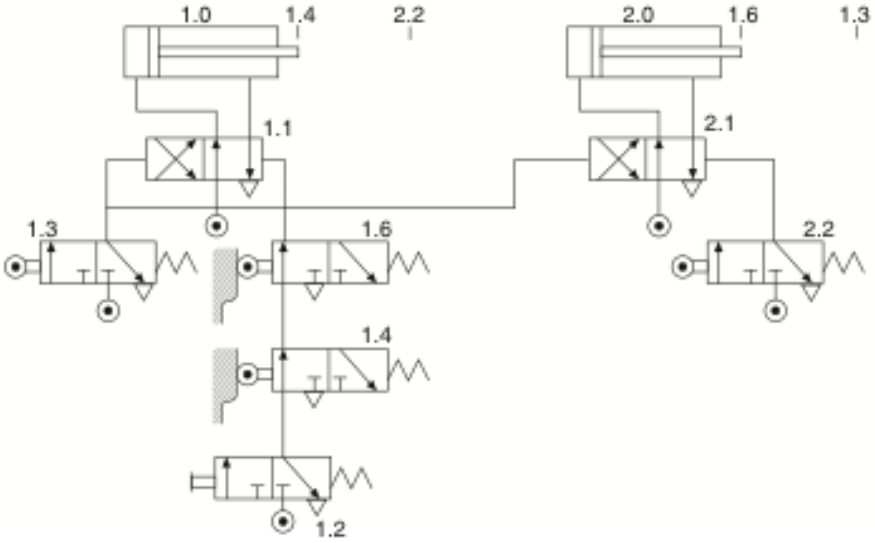
– *Para el circuito de la figura 5.31:*
• 1ª Fase: (1.2+, 1.0+, 2.3–, 2.2+)
• 2ª Fase: (2.0+, 1.3+)
• 3ª Fase: (1.0–, 2.2–, 2.3+)
• 4ª Fase: (2.0–, 1.3–)
Para iniciar el ciclo tendría que volver a pulsar la válvula 1.2
El diagrama de fases es:

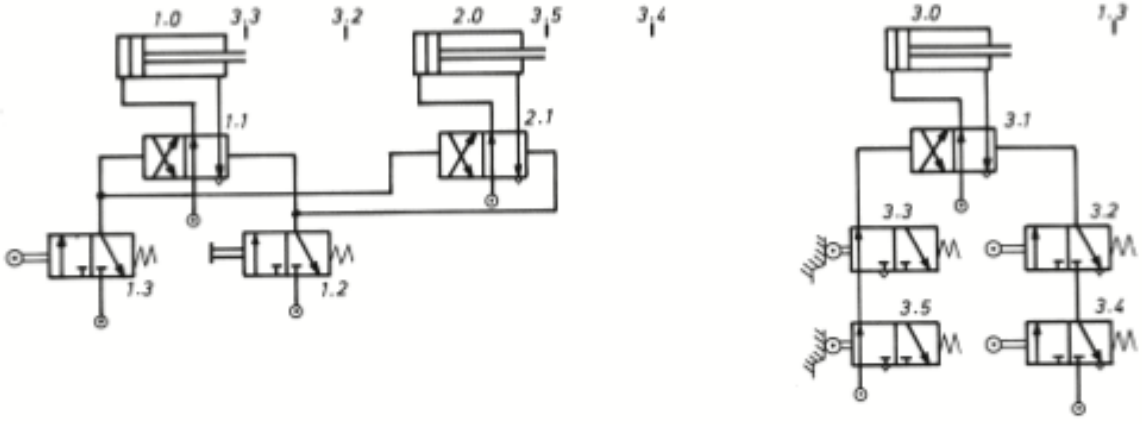
1+, 2+, 1–, 2–

– *Para el circuito de la figura 5.32:*
• 1ª Fase: (1.2+, 1.0+, 1.4–, 2.2+)
• 2ª Fase: (2.0+, 1.6–, 1.3+)
• 3ª Fase: (1.0–, 2.2–, 1.4+, 2.0–, 1.3–, 1.6+)
• En la última fase los dos cilindros retroceden al mismo tiempo.
El diagrama de fases es:

1+, 2+, (1–, 2–)







– Para el circuito de la figura 5.33:

• 1ª Fase: (1.2+, 1.0+, 3.3–, 3.2+, 2.0+, 3.5–, 3.4+)

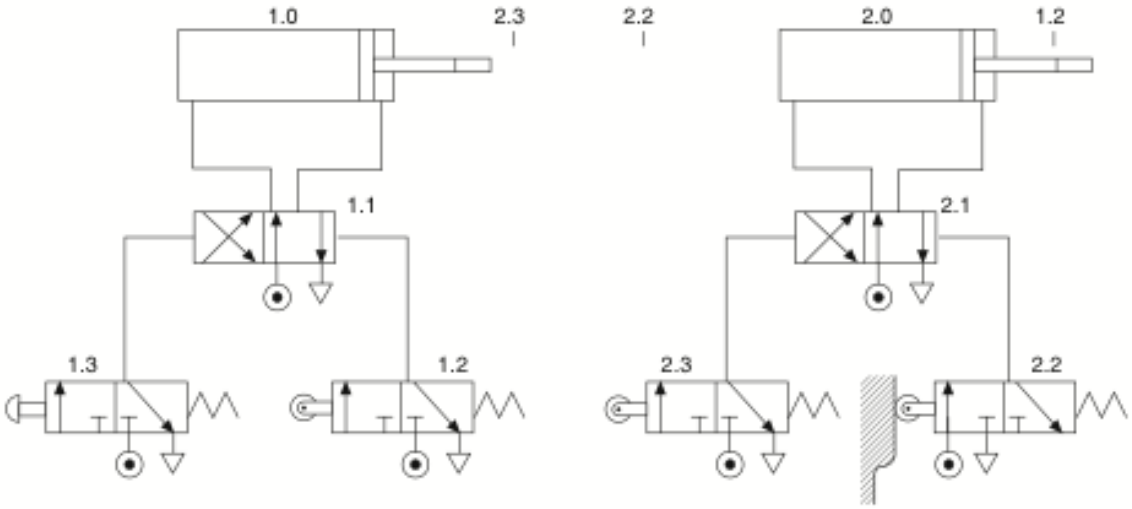
• 2ª Fase: (3.0+, 1.3+)
• 3ª Fase: (1.0–, 3.2–, 3.3+, 2.0–, 3.4–, 3.5)
• 4ª Fase: (3.0–, 1.3–)
El diagrama es:

(1+, 2+), 3+, (1–, 2–); 3–

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 153

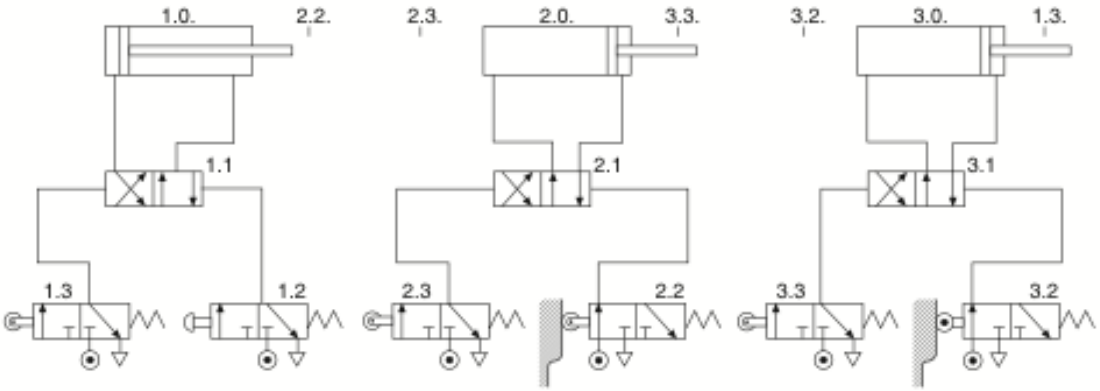
15. Diseña el esquema de un circuito con la secuencia: 1–, 2–, 1+, 2+

Hacemos el circuito con todos sus componentes en posición de reposo o inicial.
La secuencia de fases sería:
• 1ª Fase: (1.3+, 1.0–, 2.2–, 2.3+)
• 2ª Fase: (2.0–, 1.2+)
• 3ª Fase: (1.0+, 2.3–, 2.2+)
• 4ª Fase: (2.0+, 1.2–)
que, como vemos, es compatible el funcionamiento de los cilindros con el de los finales de carrera.



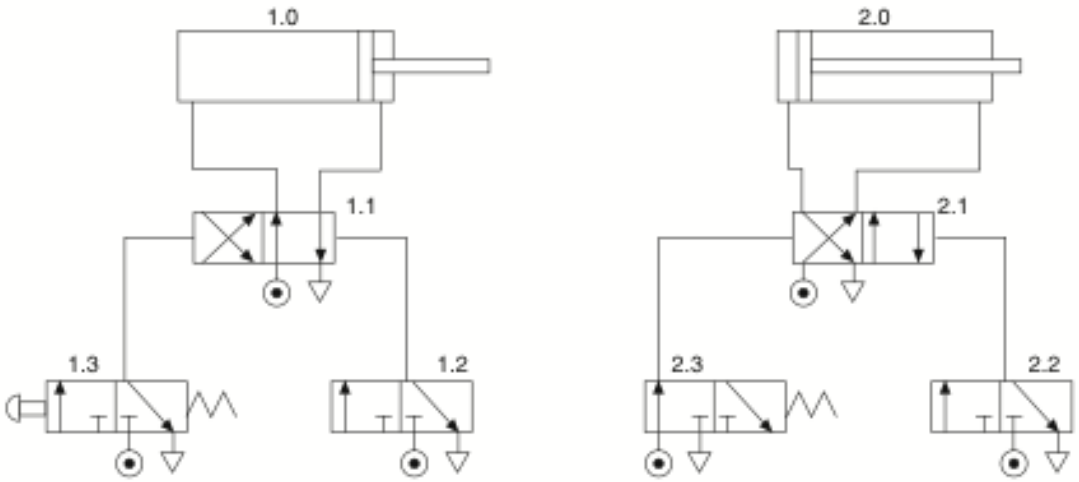
16. Diseña el esquema de un circuito con la secuencia: 1+, 2–, 3–, 1–, 2+, 3+

La secuencia de fases será:
(1.2+, 1.0+, 2.2–, 2.3+) (2.0–, 3.2–, 3.3+) (3.0–,1.3+) (1.0–, 2.3–, 2.2+) (2.0+, 3.3–, 3.2+) (3.0+, 1.3–)
Donde como vemos se hace compatible la secuencia de fases de los cilindros, con la secuencia de sus respectivas válvulas fin de carrera.

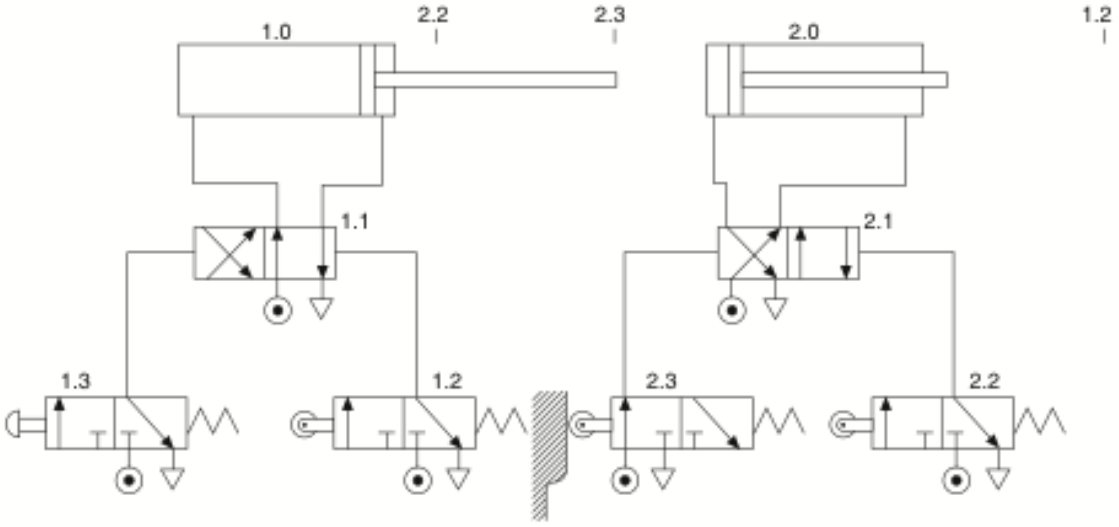


17. Obtén el esquema de la secuencia: 1–, 2+, 1+, 2–

Dibujamos los elementos de trabajo, de gobierno y finales de carrera y los unimos entre sí en posición de reposo.

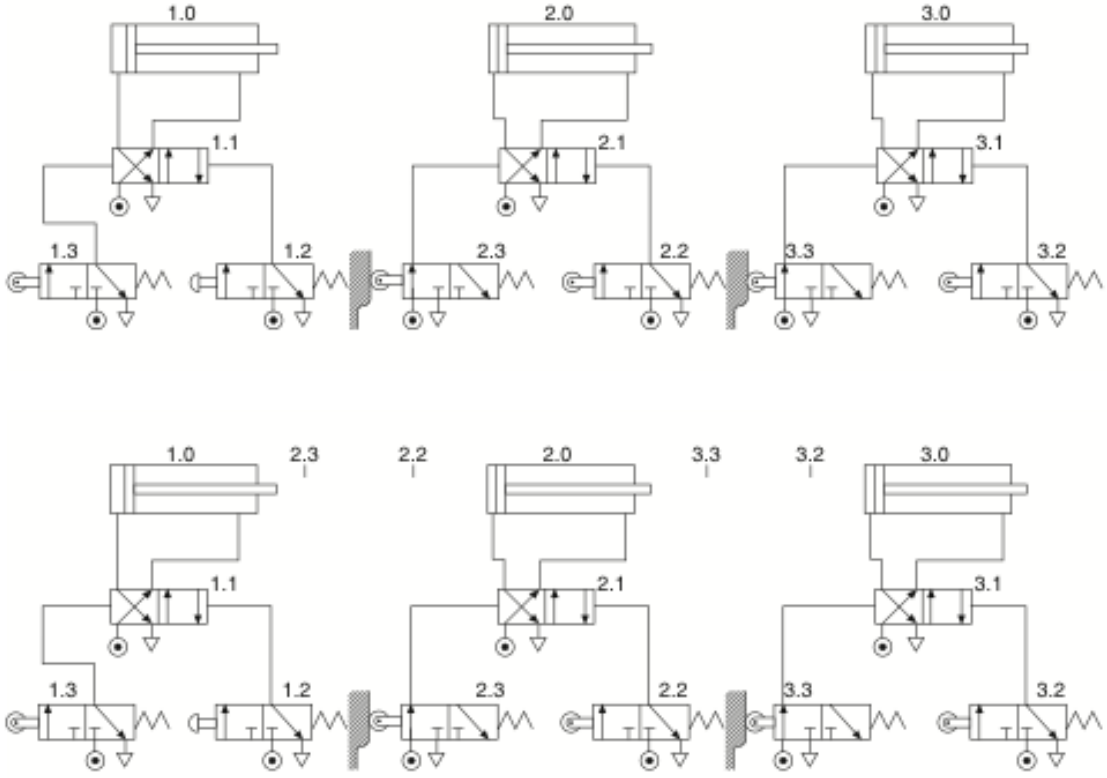


Conocida la secuencia de fases de los cilindros, deducimos también la secuencia de fases de los finales de carrera que hagan compatible su funcionamiento con el de los cilindros: (1.3+, 1.0–, 2.3–, 2.2+) (2.0+, 1.2+) (1.0+, 2.2–, 2.3+) (2.0–, 1.2–)
Que como vemos es totalmente ejecutable con finales de carrera de rodillos, sin tener que ser compatibles.



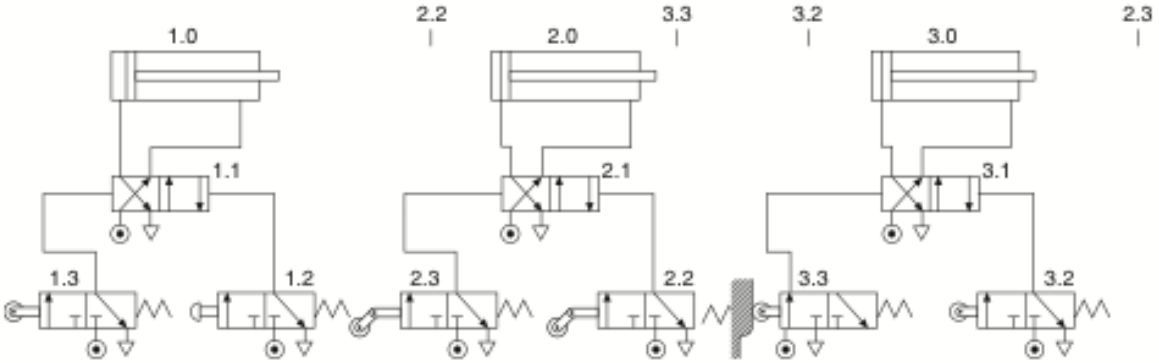
18. Obtén el esquema de la secuencia: 1+, 2+, 3+, 2–, 3–, 1–

La secuencia de fases será: (1.2+, 1.0+, 2.3–, 2.2+) (2.0+, 3.3–, 3.2+) (3.0+, 2.3+, 2.2–) (2.0–, 3.2–, 3.3+) (3.0–, 1.2–, 1.3+) (1.0–, 2.3+, 2.2–)
Completamos el esquema anterior con sus finales de carrera.

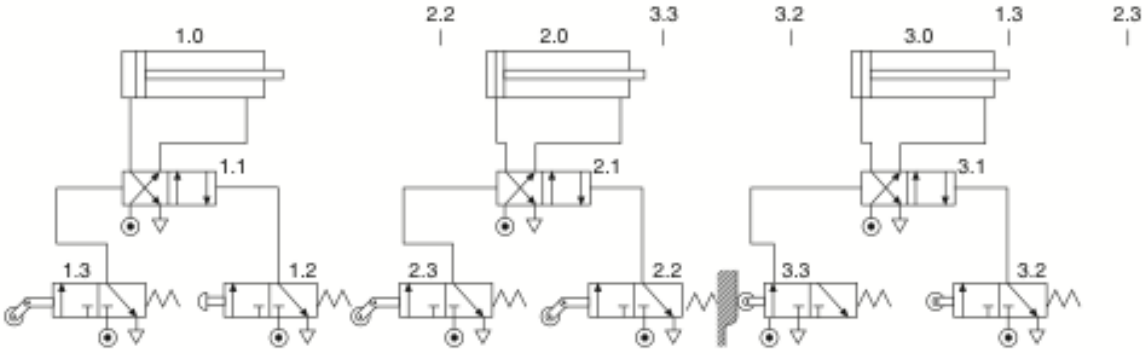


Si hacemos un seguimiento del funcionamiento, vemos que cuando el cilindro 3.0 avanza,

tiene que actuar sobre los finales de carrera 2.3 y 2.2. Lo cual es imposible, pues ambos están en el cilindro 1.0.
Para solucionar esta contradicción, suponemos los finales de carrera 2.2 y 2.3 abatibles: el 2.2 al final del cilindro 1.0 y el 2.3 al final del cilindro 3.0.

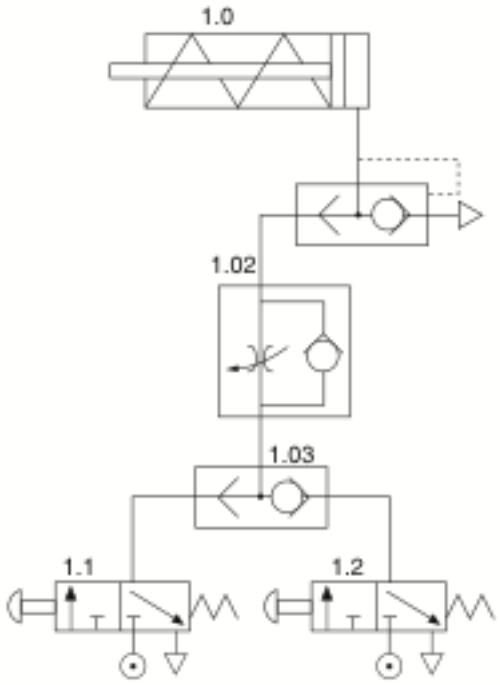


El funcionamiento en el esquema anterior es correcto hasta que llegamos a la 5ª fase. En ésta, el cilindro 3.0 retrocede desactivando la válvula 1.2 (que lo está, puesto que es el pulsador) y activando la 1.3 (por lo que esta válvula estará al principio del cilindro 3.0). Pero al mismo tiempo esta válvula, la 1.3, tiene que mantenerse desactivada para cuando volvamos a pulsar la 1.2 e iniciar el ciclo. Por lo tanto, esta válvula también será abatible y el circuito quedará como sigue:
(1.2+, 1.0+, 2.2+) (2.0+, 3.3–, 3.2+) (3.0+, 2.3+)
(2.0–, 3.2–, 3.3+) (3.0–, 1.3+) (1.0–)

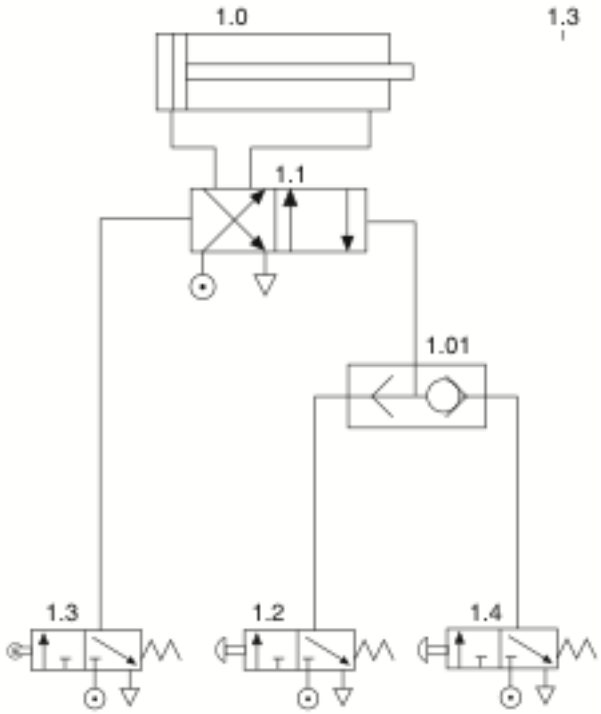


ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 154-155-156

1. Un cilindro de simple efecto, con avance lento y su retroceso a toda la velocidad posible. El mando es manual por pulsadores y es posible dar la orden de marcha desde dos lugares diferentes.

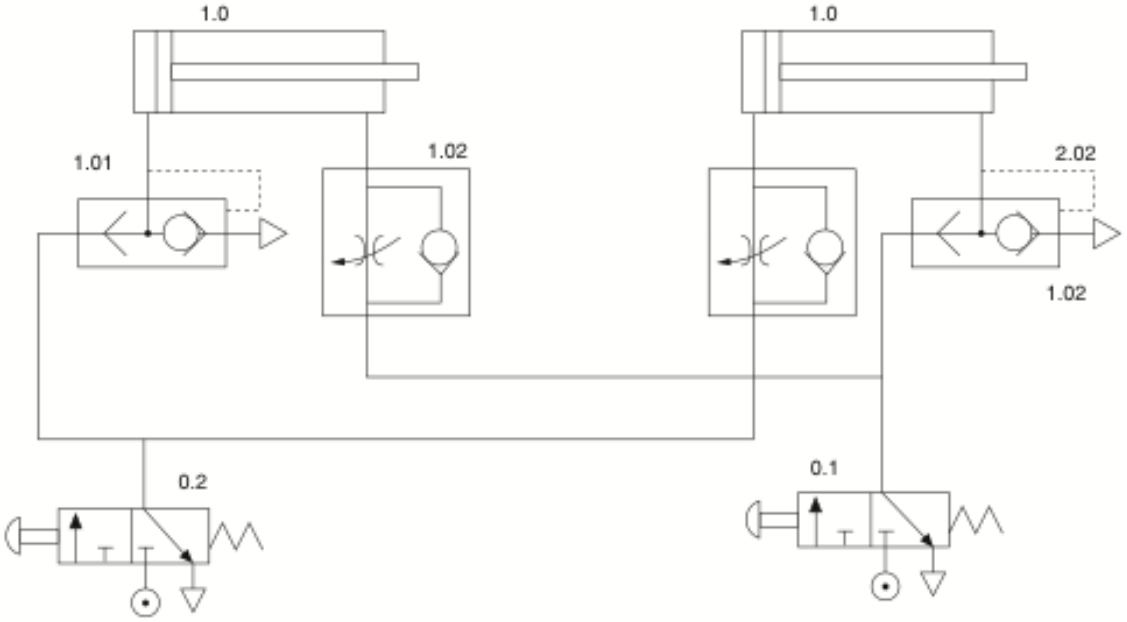


2. Un cilindro de doble efecto que puede hacerse avanzar desde dos lugares diferentes. El retroceso se produce automáticamente cuando ha alcanzado su posición desplegada.

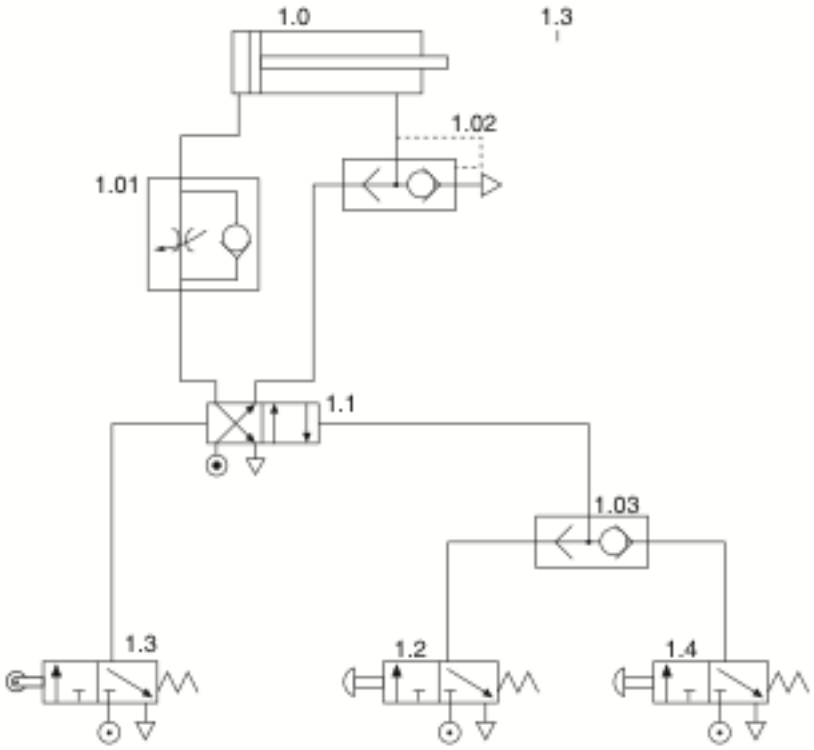


3. Dos cilindros actúan simultáneamente por medio de un mando manual por pulsadores. A través de un pulsador, se produce el avance lento de uno de ellos y rápido del otro. Por medio de otro pulsador se produce el retroceso a la inversa. Cada cilindro tiene su propia válvula de gobierno.

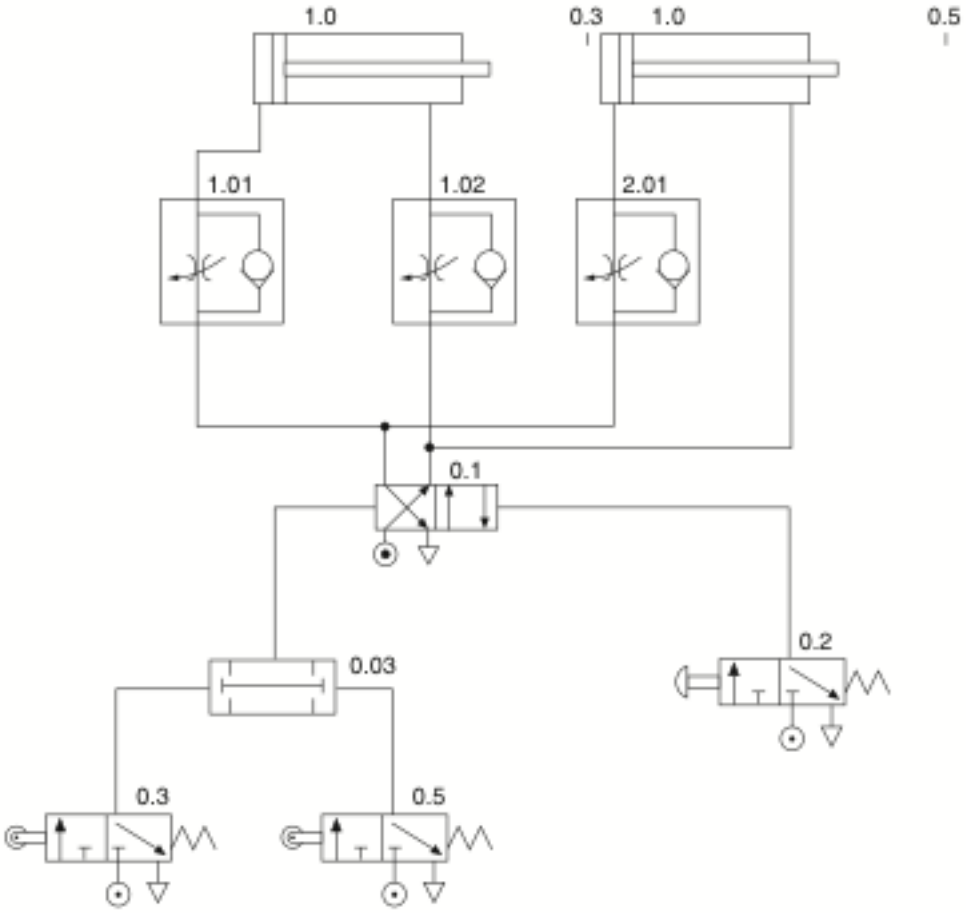
Nota: *Para regular la velocidad con las válvulas estranguladoras de retención, regulamos el flujo de escape como vimos en el tema 1.*



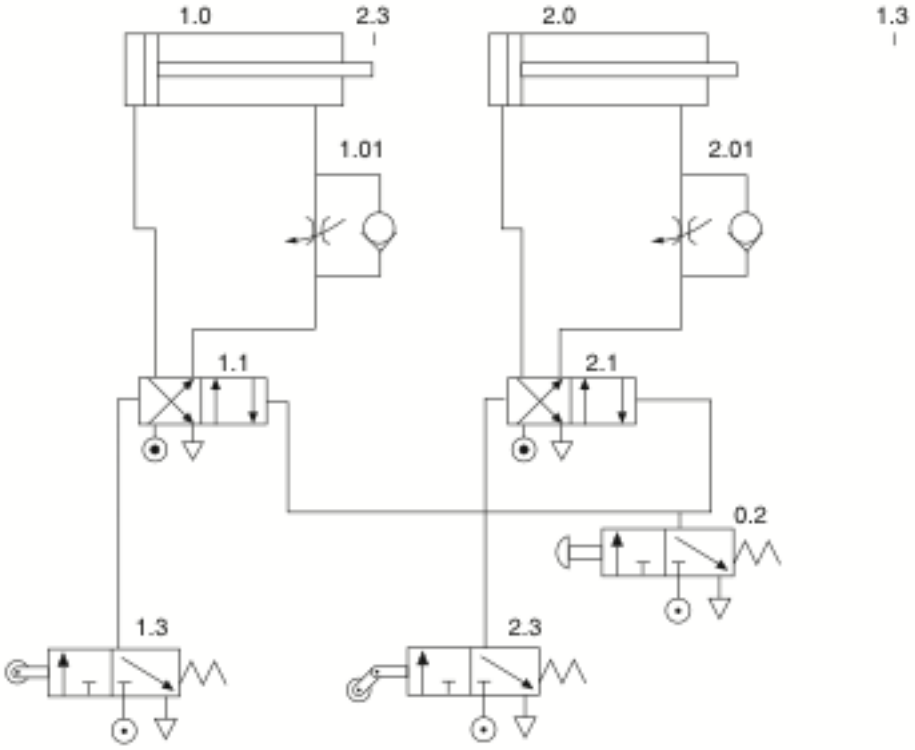
4. Un cilindro realiza una secuencia 1+, 1–, cuyo inicio puede ordenarse desde dos pulsadores diferentes. El avance es rápido y el retroceso lento.



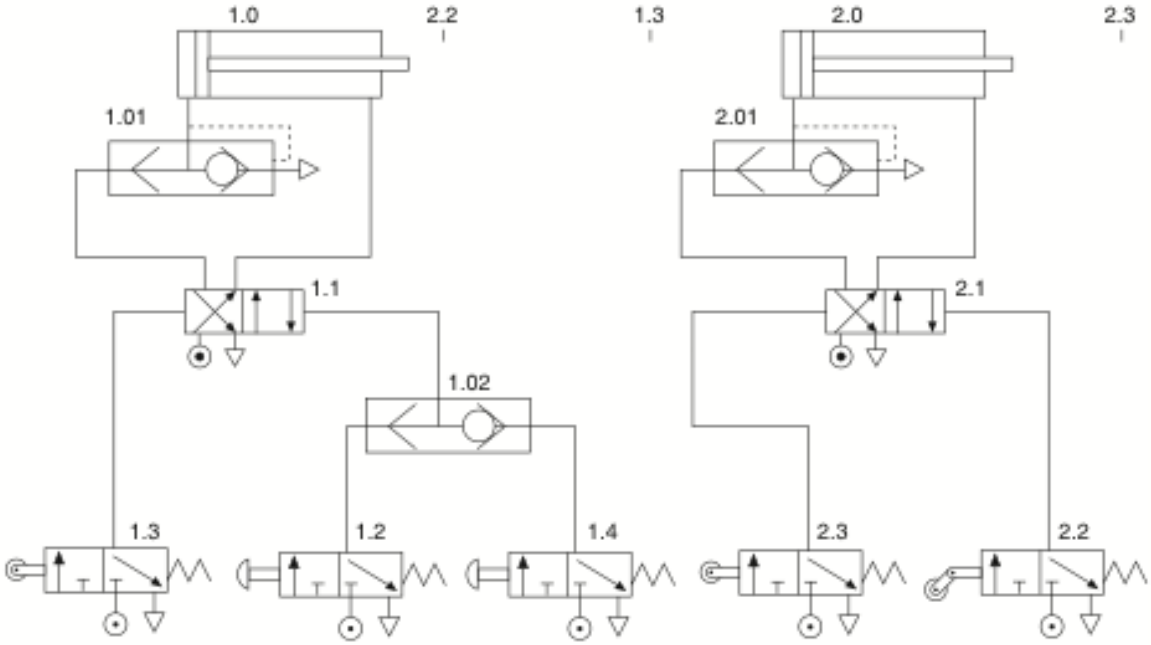
5. Dos cilindros inician su avance simultáneamente por medio de un pulsador. El avance de uno de ellos es lento y el del otro es normal. Cuando han alcanzado los dos su posición extrema, retroceden automáticamente a velocidad lenta.



6. Dos cilindros inician su avance simultáneamente a velocidad lenta por medio de una señal de mando procedente de un pulsador. Cuando han alcanzado ambos su posición extrema, inicia su retroceso uno de ellos. Al acabar este, lo inicia el otro.

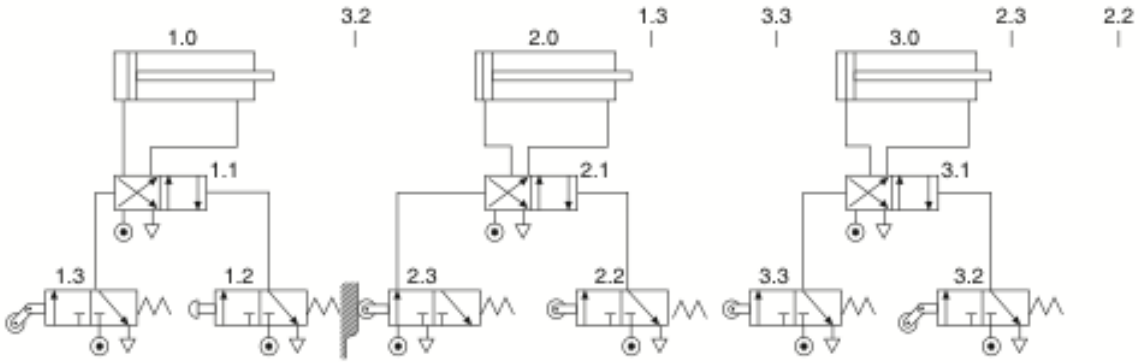


7. Dos cilindros realizan la secuencia 1+, 1–, 2+, 2–. La señal de inicio puede provenir de dos lugares diferentes. El retroceso será rápido en ambos cilindros. Los finales de carrera podrán ser del tipo de rodillo abatible, si fuera necesario.



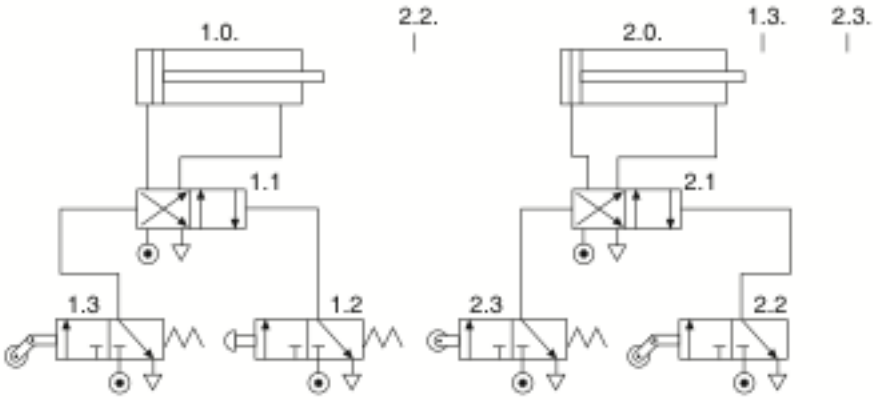
(1.2 + ó 1.4, 1.0 +, 1.3 +) (1.0 –, 2.2 +) (2.0 +, 2.3 +) (2.0 –)

8. Tres cilindros con la secuencia 1+, 3+, 2+, 3–, 2–, 1–.



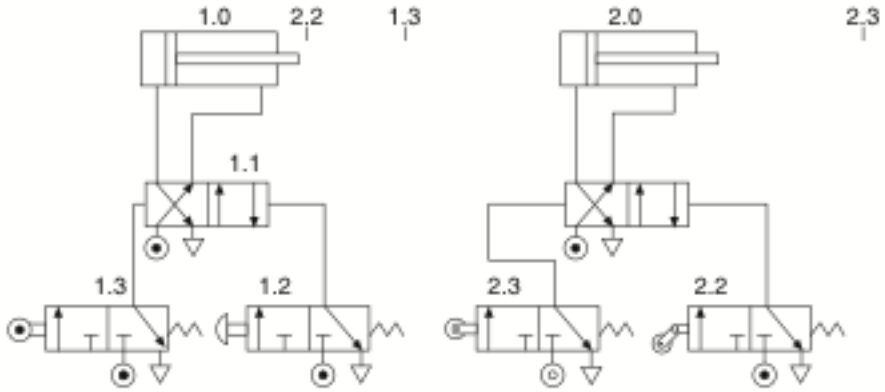
(1.2 +, 1.0.+, 3.2 +) (3.0 +, 2.3 –, 2.2 +) (2.0 +, 1.3 –, 3.3 +)
(3.0 –, 2.2 –, 2.3 +) (2.0 –, 3.3 –, 1.3 +) (1.0 –, 3.^{2}

9. Dos cilindros con la secuencia 1+, 2+, 2–, 1–.



(1.2 +, 1.0 +, 2.2 +) (2.0 +, 1.3 –, 2.3 +) (2.0, 2.3 –, 1.3 +) (1.0 –, 2.2 –)

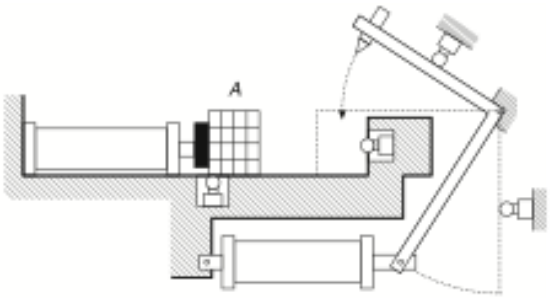
10. Dos cilindros con la secuencia 1+, 1–, 2+, 2–.

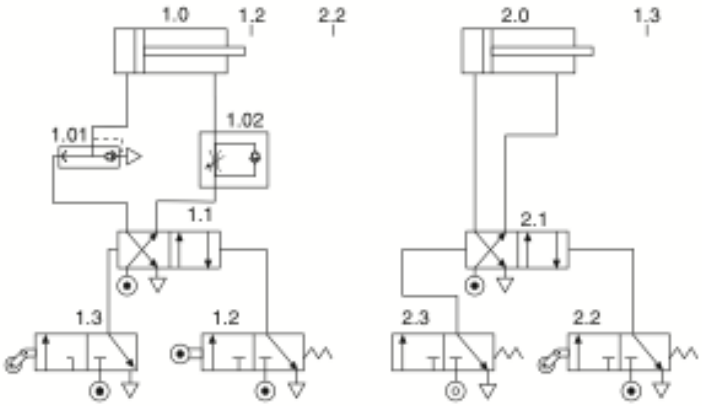


(1.2 +, 1.0 +, 2.2 –,1.3 +) (1.0 –, 1.3 –, 2.2 +) (2.0 +, 2.3 +) (2.0 –, 2.3 –)

11. Un objeto A es empujado lentamente hasta un tope y prensado por un cilindro. Allí, una barra pivotante, accionada por otro cilindro, le realiza una marca con un punzón y retrocede. Cuando este cilindro ha vuelto a su posición inicial, inicia su rápido retorno el otro (figura 4.40).

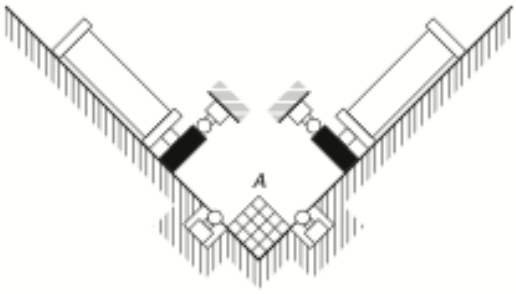
La secuencia de fases será: 1+, 2+, 2−, 1−.

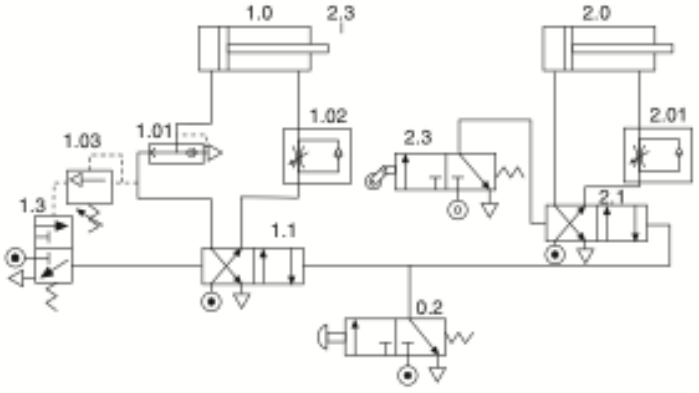




12. Un objeto A se sitúa en el fondo de dos rampas, como se ve en la figura 4.41. Tras una señal, se produce la siguiente secuencia: los dos cilindros inician simultáneamente un avance lento y comprimen durante cierto tiempo a dicho objeto. Luego inicia su retroceso rápido uno de ellos y, cuando ha llegado a su posición inicial, el otro retrocede a velocidad normal.

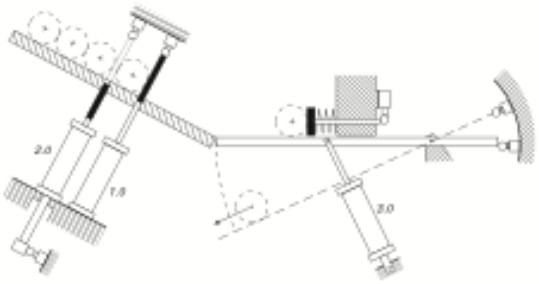
Para mantener los dos cilindros un cierto tiempo desplegados, utilizamos una válvula de secuencia. La secuencia de fases será: (1 +, 2 +), 1–, 2–

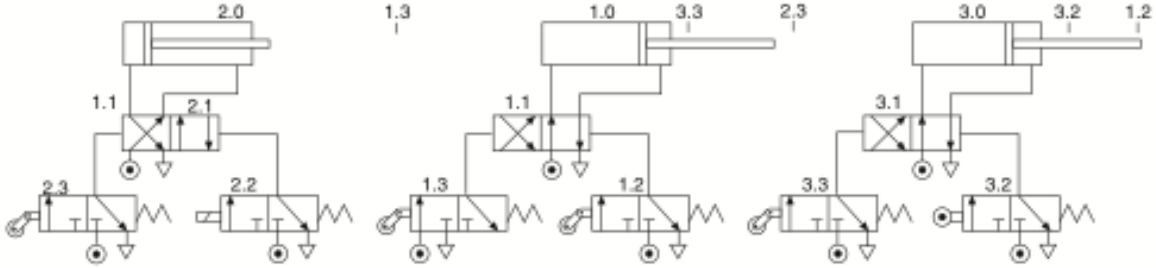




13. Para que unos rodillos desciendan uno a uno se ha construido el sistema de la figura 4.42. Tras una señal de inicio, avanza el cilindro 2.0 y es seleccionado un rodillo. Luego retrocede el 1.0 y el rodillo desciende hasta un tope con mortiguador. A continuación el 3.0 retrocede y cae el rodillo. Posteriormente, la plataforma vuelve a subir y los otros cilindros toman su posición inicial de modo adecuado.

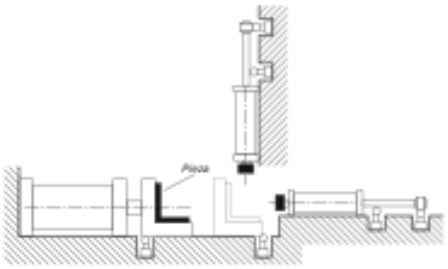
13. La secuencia de fases será: (2+,1−,3−,1+,2−)

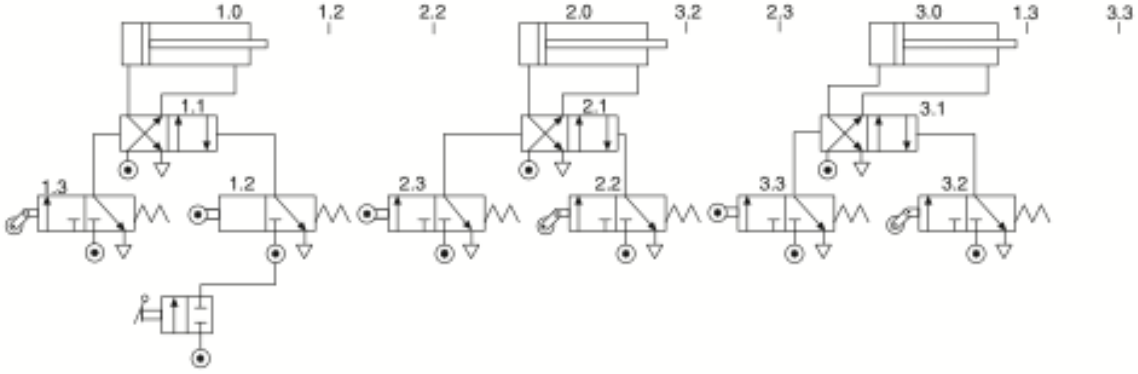




14. Un cilindro acerca hacia la derecha un soporte en el que hay colocada una pieza de cobre en forma de L. Allí, dos cilindros le harán en cada cara una marca por presión. Primero se la hace el vertical y luego el horizontal. Hechas las dos marcas, el cilindro grande hace retroceder el soporte con la pieza (figura 4.43).

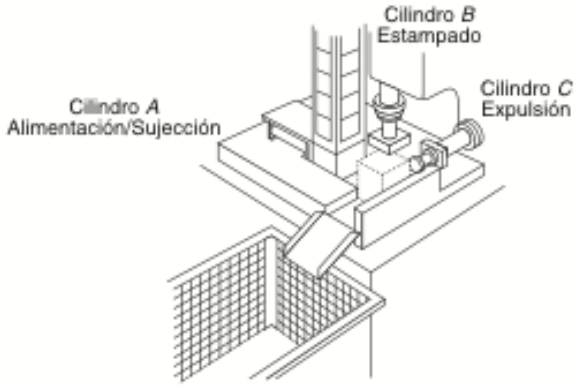
14. La secuencia de fases será:
(1+,2+,2−,3+,3−,1−)

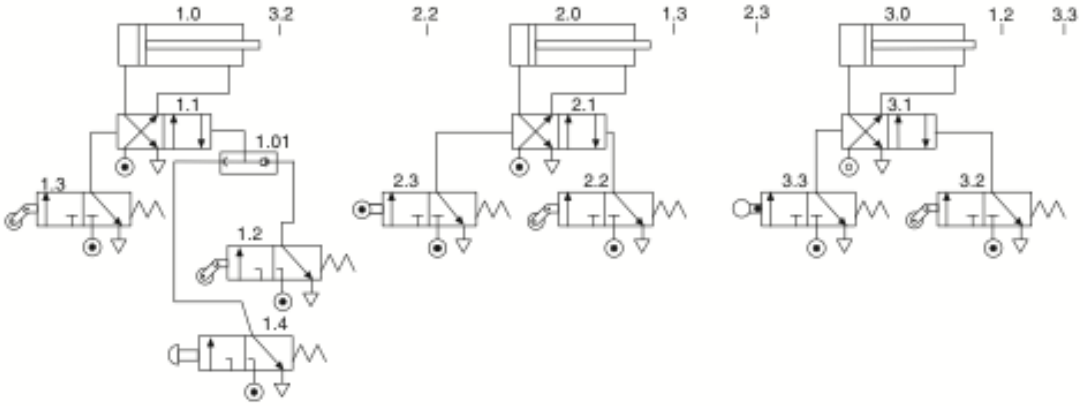




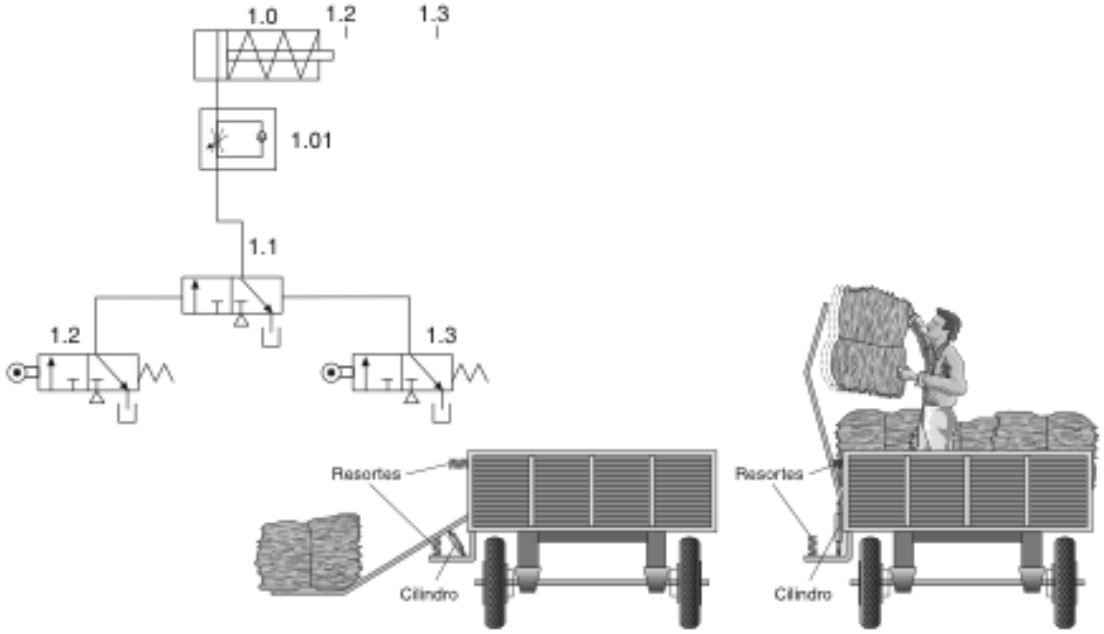
15. Se desea estampar unas piezas regulares y prismáticas, contenidas en un almacén vertical. Una vez efectuada la operación, se deben depositar en un recipiente (figura 4.44).

15. La frecuencia de fases será: (1+,2+,2–,1–,3+,3–)





16. Una aplicación de la hidráulica, muy extendida en actividades agrícolas, es el empleo de una catapulta para cargar un remolque o camión de pacas. Cuando cargamos una plataforma con una paca, un brazo articulado la lanza a gran velocidad a lo alto del camión, donde habrá otro operario que las vaya apilando. A continuación, el brazo retrocede hasta volver a ser cargado por otra persona.



EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 157

1. Un circuito neumático o hidráulico está formado por...
a) Un circuito de mando y un circuito de trabajo.

2. Los elementos de mando son…
a) Válvulas distribuidoras accionadas manualmente.

3. Los elementos de gobierno son…
a) Válvulas que actúan directamente sobre el elemento neumático.

4. Los elementos de trabajo son los encargados de..
a) Aplicar físicamente la energía acumulada en el fluido para realizar operaciones.

5. Que válvula se emplea en los mecanismos de seguridad?
a) Simultaneidad.

6. La velocidad del elemento de trabajo se regula mediante una...
a) Válvula estranguladora.

7. En algunas aplicaciones de circuitos automáticos, la válvula de final de carrera se puede sustituir por una válvula de...
a) Secuencia.

8. ¿Qué significa en la representación de un circuito la numeración 1.2?
a) El elemento de mando de la fase de salida del vástago.

9. ¿Qué significa en el diagrama simbólico de fases el signo +?
a) Que el elemento de trabajo se despliega.

10. ¿Cómo realiza el rodillo abatible el accionamiento de la válvula de final de carrera?
a) Detecta las posiciones ligeramente adelantadas a las extremas.

UNIDAD 5: Suspensión convencional

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 168

1. ¿Qué produce las reacciones oscilantes y cómo se trasmiten a la carrocería?

Las irregularidades del pavimento en forma de oscilaciones.

2. ¿Cuál es la frecuencia óptima para el buen funcionamiento de una suspensión y de qué factores depende?

Una frecuencia de 30 a 60 oscilaciones por minuto. Depende de la carga soportada por el elemento elástico y del coeficiente elástico del resorte.

3. ¿Por qué conviene tener menor peso suspendido en la suspensión?

En función del peso soportado se produce una deformación, según el coeficiente elástico del resorte, de manera que la energía que ocasiona la deformación del resorte es devuelta como reacción elástica en forma de oscilaciones.

4. Calcular la frecuencia que produce un resorte cargado con 500 kg sabiendo que *K* = 8 N/cm.

$$P = m \cdot g; \quad m = \frac{p}{g} = \frac{500}{9{,}8} = 50{,}1 \text{ kg}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot n \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{\frac{50{,}1}{800}}}$$

$$= \frac{1}{6{,}28 \cdot \sqrt{0{,}62625}} = \frac{1}{6{,}28 \cdot 0{,}25024} =$$

$$= \frac{1}{1{,}571569} = 0{,}64 \text{ } H_2 \text{ x } 60 =$$

$$= 38{,}17 \text{ oscilaciones por minuto}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 178

5. Explica los tipos de resortes empleados en la suspensión y cómo funciona cada uno de ellos.

• Por su forma constructiva, pueden ser de:
  – Muelles.
  – Láminas (ballestas).
  – Barra de torsión.

• Por su funcionamiento: El muelle helicoidal trabaja a torsión retorciéndose con los esfuerzos exteriores que soporta.
Esta torsión se traduce en una disminución de la longitud del muelle al ser cargado, volviendo a su posición primitiva, por su elasticidad, cuando cesa la fuerza que actúa sobre él.
En la ballesta, la lámina más larga tiene en sus extremos unos orificios «ojos» para sujetarlas al chasis con unos pasadores. Uno de los apoyos es fijo, o punto de reacción, y el otro es móvil unido al chasis a través de una pieza llamada gemela, que permite aumentar o disminuir la longitud para favorecer los movimientos de flexión.
Posee en los extremos una forma particular (estriado), que sirve de anclaje: un extremo va unido al chasis y el otro al brazo de suspensión.
En funcionamiento, el brazo pivota y hace trabajar la barra dándole un movimiento de torsión.

6. Explica la misión del amortiguador y cómo funciona.

Cuando la rueda encuentra un obstáculo, el amortiguador absorbe las acciones producidas por el peso y por la rueda, así como las reacciones del resorte, evitando que éstas se trasmitan a los ocupantes.
Su funcionamiento consiste en un pistón que se desliza en un cilindro. El cilindro está lleno de aceite. Es necesario permitir el paso del aceite entre un lado y otro del pistón para que éste pueda moverse.
El pistón sigue los movimientos alternativos de subida y bajada de la rueda, por lo que resulta más frenado cuanto más difícil sea el paso de aceite entre ambas cámaras colocadas en cada lado del pistón. Además del paso de aceite que pueda existir entre el pistón y el cilindro, el pistón tiene varios orificios llamados «orificios calibrados» o «válvulas de paso», resulta así el pistón mejor guiado, porque encuentra menos dificultad.

7. Expón la diferencia entre un brazo tirado y uno semitirado.

Los brazos longitudinales varían la forma de montaje, pero el funcionamiento es el mismo.
Este montaje se utiliza para el tren trasero. A esta disposición, también denominada «brazos o ruedas tiradas», pueden dar lugar dos variaciones:
– **Brazos tirados o arrastrados.** En este tipo apenas se producen variaciones de vía, caída o avance de la rueda. Con esta disposición existen casos, que los brazos están unidos por un extremo a un eje tubular que a su vez está anclado al bastidor; en otros casos, la barra estabilizadora pasa a través del interior del eje que une los dos brazos.
- Brazos tirados oblicuos o semiarrastrados. En este montaje, los brazos pivotan sobre ejes oblicuos respecto al plano longitudinal del vehículo. Tiene la ventaja de que no precisa barra estabilizadora debido a la componente longitudinal del propio brazo. En este caso, las variaciones de vía, caída o avance de la rueda dependen de la posición e inclinación de los brazos.

8 Explica la diferencia entre una barra de torsión y una barra estabilizadora.

Las barras estabilizadoras tienen por misión compensar los esfuerzos de una rueda sobre la otra en mismo eje. En su montaje están unidas mediante dos cojinetes elásticos al bastidor y por ambos extremos a cada uno de los brazos de suspensión.

Las barras de torsión actúan como un resorte de suspensión, utilizándose una para cada rueda del mismo eje. En su montaje, un extremo va anclado al chasis y el otro unido al brazo de suspensión mediante un cojinete elástico.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 185

9. Enumera los elementos que componen la suspensión.

Para cada rueda: resorte, amortiguador, los brazos o eje y tirantes. Para cada eje: una barra estabilizadora.

10. ¿Qué distingue una suspensión con eje rígido propulsor de una de eje rígido arrastrado?

Los elementos de suspensión están apoyados de la misma forma en un eje rígido de propulsión que en un eje rígido arrastrado.

11. Diferencia entre una suspensión rígida y semirrígida.

En la suspensión rígida las dos ruedas van montadas sobre un mismo eje.
Todo movimiento de una rueda, al pasar una irregularidad del pavimento, repercute en la otra rueda y sobre los pasajeros, produciendo una incomodidad y una oscilación de la carrocería.
En la suspensión semirrígida se caracteriza porque las ruedas están unidas mediante semiejes articulados al diferencial, el cual es parte de la masa suspendida ya que está unido al chasis del vehículo.
El giro se transmite a las ruedas por semiejes como en la suspensión independiente.
Existen dos montajes:

– *Eje de Dión*, constituido por una traviesa o eje anclado al chasis sobre el que están unidas las dos ruedas.
– *Eje Deltalink,* formado por dos brazos curvados de tal forma que la parte transversal, unida entre sí mediante cojinetes elásticos, constituye el propio eje *Deltalink,* y la parte longitudinal constituye los brazos sobre los que van unidos las ruedas.

12. ¿Qué tipo de suspensión se emplea más en el eje delantero?, ¿y en el trasero?

– Eje delantero: independiente de tipo *Mac Pherson* y paralelogramo deformable.
– Eje trasero: independiente de tipo brazos tirados y barras de torsión.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 190

1. ¿Qué ocurre si montamos un amortiguador al revés?

En la mayoría de los casos es imposible colocar el amortiguador de forma invertida. En el montaje va fijado por una parte al chasis y por otra al eje o brazo de suspensión. Hay que realizar el montaje de forma correcta, de forma que siempre el volumen de aire quede en la parte superior del cilindro, para absorber los movimientos lentos de la carrocería y no emulsionarse con el aceite (mezcla) ya que disminuiría el efecto de amortiguación.

2. Enumera los tipos de barras estabilizadoras.

En vehículos equipados con ruedas independientes va colocada transversalmente, unida al

chasis por dos cojinetes elásticos. Cada extremo esta fijado a un brazo de suspensión a través de un cojinete elástico de caucho.
– O bien, cada extremo está fijado a una bieleta de conexión, y la bieleta de suspensión al brazo de suspensión mediante rótulas de articulación.
– En vehículos equipados con eje rígido, va colocada transversalmente, unida al eje por un extremo y al chasis por el otro extremo. Esta barra se caracteriza por ser totalmente recta con sujeciones elásticas en cada extremo y también es conocida por el nombre de su inventor «barra Panhard» y su misión principal es evitar el desplazamiento del eje actuando como un tirante transversal.

3. Busca información acerca de la evolución de los sistemas de suspensión.

El alumno buscará en la fuentes disponibles información.

4. ¿Qué sucede cuando se desgasta el apoyo elástico de una barra estabilizadora?

Se producen ruidos extraños en pavimento irregular y en curvas.

5. ¿Cómo se manifiesta el desgaste de un apoyo elástico de un brazo de suspensión?

Se producen ruidos extraños en pavimento irregular y en curvas, alteración de las cotas de dirección y probable desgaste irregular de los neumáticos.

6. ¿Cómo se verifica la holgura de los apoyos elásticos de los elementos de suspensión?

Realizar movimientos mediante una palanca sobre los elementos de suspensión y observar de forma visual que los apoyos y articulaciones no presenten holguras y síntomas de desgaste. O también en un banco de verificación de holguras.

7. ¿Cómo influye en el vehículo un amortiguador en mal estado?

El amortiguador no absorbe las irregularidades del pavimento, y se observan movimientos bruscos molestos para los ocupantes, también como consecuencia del amortiguador en mal estado el vehículo pierde seguridad manifestándose con una gran pérdida de estabilidad e inseguridad en las curvas. O también en un banco de verificación de amortiguadores donde nos indicará mediante un porcentaje el estado de los mismos.

8. Explica cómo se verifica el estado de un amortiguador.

Se procede mediante una observación visual y seguidamente ejerciendo presión en las esquinas del vehículo y este debe de reaccionar de forma lenta y suave.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 191

1. Los elementos de suspensión en un vehículo....
b) Han de soportar todo el peso.

2. Los resortes, por su forma constructiva, pueden ser…
c) Muelles, ballestas o barras de torsión.

3. La ventaja del amortiguador de doble efecto es que...
d) Variando el diámetro de una u otra válvula se consigue distinto efecto.

4. Los tirantes son brazos de acero muy resistentes, con articulaciones elásticas en sus extremos, colocados entre...
c) La estructura del vehículo y los sistemas de suspensión.

5. ¿Qué elemento de suspensión impide que el vehículo se incline en una curva?
a) La barra estabilizadora.

6. Los brazos de suspensión…
c) Realizan la unión entre el bastidor y las ruedas.

7. En la suspensión rígida...
b) Las dos ruedas van montadas sobre un mismo eje.

8. En la suspensión semirrígida...
d) Las dos ruedas están unidas entre sí pero transmiten menos irregularidades.

9. En la suspensión independiente se consigue...
a) Menor desplazamiento de la carrocería y más comodidad.

10. La suspensión independiente multibrazo es una evolución de la suspensión de...
c) Paralelogramo deformable.

UNIDAD 6: Suspensión con regulación de altura

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 203

1. Explica la diferencia entre un resorte elástico y un muelle de gas.

Los resortes elásticos son elementos construidos de acero especial para resortes (manganeso – silicio o manganeso - vanadio) a los que se le aplican diferentes tratamientos térmicos para mejorar sus propiedades tales como elasticidad, resistencia
mecánica, etc.
Por su forma constructiva, los resortes elásticos pueden ser:
– Muelles
– Láminas (ballestas)
– Barra de torsión
El resorte neumático, un gas y generalmente nitrógeno, constituye el elemento elástico de la suspensión.

2. Enumera los elementos que componen una suspensión hidroneumática.
La suspensión hidroneumática se compone por cada eje de:
– Dos cilindros
– Dos esferas
– Dos amortiguadores
– Un corrector de altura
– Una válvula anticaída
Las canalizaciones que se utilizan para unir los distintos elementos del circuito hidráulico.

3. ¿En qué unidades se expresa la fuerza? ¿Y la presión?

La fuerza se expresa en Newtons (N).
La presión se expresa en Bares y Pascales (Pa) es una unidad muy pequeña y generalmente se utiliza el Kilopascal (kPa), 1 kPa =1.000 Pa.

4. ¿Cómo se transmite una fuerza a través de un líquido?

El líquido tiene la particularidad de transmitir íntegramente en intensidad y en todas las direcciones la fuerza que recibe.

5. Si aplicamos una fuerza de 100 newtons sobre el pistón del generador de presión, que tiene una superficie de 2 cm^2, ¿cuál es la fuerza obtenida en el receptor sabiendo que el pistón tiene una superficie de 5 cm^2?

$$F = \frac{P}{S} = \frac{100\ \text{N}}{0{,}0002\ \text{m}^2} = 500.000\ \text{Pa} = 500\ \text{kPa}$$

$$F = P \cdot S = 500.000\ \text{Pa} \cdot 0{,}0002\ \text{m} = 100\ \text{N}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 208

6. ¿A qué presión se encuentra el líquido en el depósito?

A presión atmosférica.

7. ¿Cómo se produce la admisión y la compresión del líquido en la bomba de presión?

La bomba de alta presión está formada por 5 o 6 pistones de aspiración central dispuestos circularmente y accionados por un plato oscilante. El plato, al no estar perpendicular al eje general, cuando gira se apoya sucesivamente en los pistones, a los que transmite un movimiento rectilíneo alterno central realizando la aspiración y expulsión del líquido.

8. En un circuito hidráulico no es válida cualquier presión, ¿por qué?

Dispositivo de regulación de presión formado por dos válvulas de pistón con sus respectivos muelles tarados, alojadas en un mecanismo llamado conjuntor-disyuntor, el cual tiene la misión de mantener la presión constante de acuerdo con los valores establecidos por el fabricante, comprendidos entre 145 y 170 bares.

9. Expón qué ocurre en cada parte de la membrana deformable del acumulador principal.

Una parte está llena de nitrógeno a presión y la otra, unida a la salida recibe el líquido a presión.

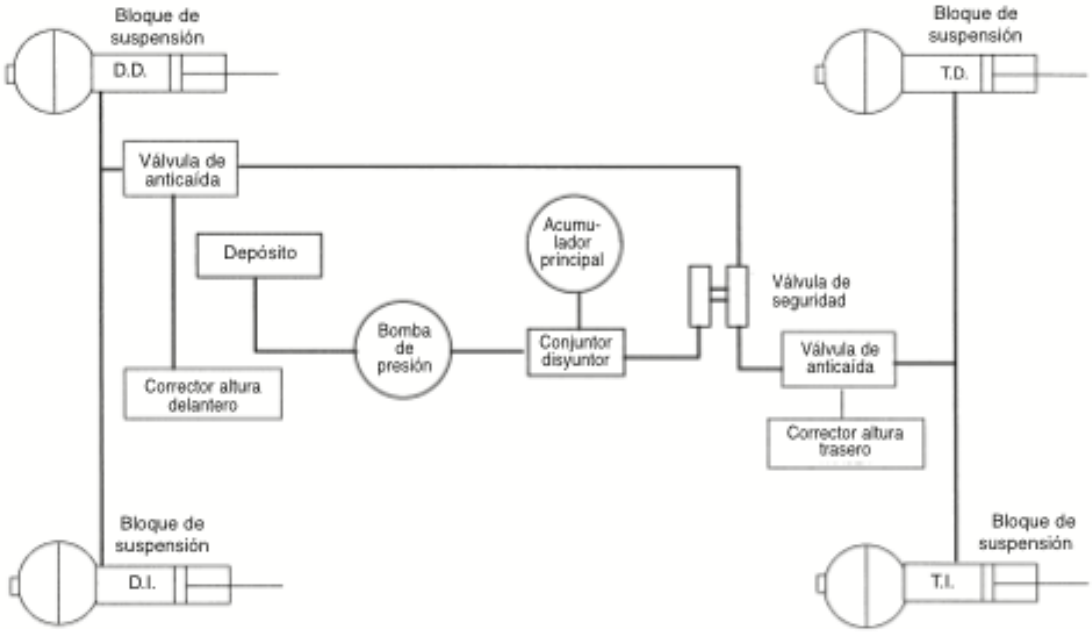
10. Explica la diferencia que existe entre el depósito y el acumulador principal.

1El depósito contiene líquido a presión atmosférica y el acumulador contiene una reserva de líquido a presión.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 215

11. Dibuja de forma esquemática los órganos que componen la suspensión hidroneumática y realizar la unión hidráulica entre ellos.

El alumnado realizará de forma esquemática la figura 18.20 (Fuente de presión y suspensión) de la pág. 214 del libro de texto.



12. Explica la diferencia entre los topes empleados en la suspensión convencional y la suspensión hidroneumática.

En la suspensión tradicional los topes son tacos de caucho unidos al bastidor y sirven para limitar los desplazamientos de las ruedas.
En la suspensión hidroneumática los topes se encuentran integrados en el bloque de suspensión para limitar los desplazamientos de las
ruedas. Los movimientos de distensión son limitados por un tope interior de goma guiado por el vástago. Los movimientos de compresión son limitados por una arandela que lleva un orificio en el que se encaja un tetón. Se deja pasar el líquido creando un laminado que permite al pistón llegar al tope de forma progresiva.

13. ¿Cuál es la diferencia entre las esferas y amortiguadores montados en distintos ejes?

La presión de tarado es la misma en los bloques de suspensión de un mismo eje. Pero es diferente, en cambio, entre la parte delantera y trasera, ya que los pesos suspendidos son diferentes.
Está compuesto por una arandela de acero sinterizado sobre la que se han efectuado unos orificios en su periferia. Las caras superiores e inferiores están cerradas por medio de las válvulas de laminas.

En el centro hay un orificio calibrado cuyo diámetro es diferente, así como la presión de tarado de las esferas, que varía según los modelos.

14. ¿Qué elemento de la suspensión acciona el corrector de altura?

La barra estabilizadora.

15. ¿Qué órganos son aislados por la válvula anticaída cuando el vehículo está parado?

Los correctores de altura y el dosificador de freno.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 226

16. Dibujar de forma esquemática los órganos que componen la suspensión neumática y realizar la unión neumática entre ellos.

El alumno realizará de forma esquemática la figura 8.44 (Suspensión neumática) de la página 225 del libro de texto.

17. ¿Qué gas emplea la suspensión neumática?

Aire comprimido.

18. ¿Cómo funciona un resorte neumático?

Cuando una rueda sube o baja debido a la desigualdad del firme, el resorte se comprime comportándose como un fuelle. La variación de volumen provoca una variación de presión en el interior del resorte que le obliga a recuperar su posición inicial después de pasar el obstáculo, resultando un efecto de cojín elástico.

19. ¿Cómo se realiza la amortiguación?

Mediante amortiguadores tradicionales.

20. ¿Cómo se realiza la nivelación?

Mediante válvulas de paso fijadas al bastidor, que están unidas por una varilla al eje de la rueda. A través de la misma es accionada por el efecto de la carga o descarga del vehículo, regulando la cantidad de aire que entra y sale del fuelle de cada rueda.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 232

1. En un vehículo equipado con suspensión hidroneumática, al circular por un pavimento con irregularidades, ¿qué elemento de la suspensión absorbe estas irregularidades?

Las esferas a través de las cámaras de nitrógeno.

2. La presión de tarado de las esferas de cada eje es diferente, ¿por qué?

Porque la carga que soporta cada eje es diferente.

3. ¿Qué ocurre en el corrector de altura al introducir una carga de peso importante?

Permite el paso de líquido desde la fuente de alta presión hacia la suspensión.

4. ¿Qué sucede si una esfera pierde presión de nitrógeno?

La suspensión se hace más dura y pierde capacidad para absorber las irregularidades del pavimento.

5. Cuando un vehículo equipado con suspensión neumática circula por un pavimento con irregularidades, ¿qué elemento de la suspensión absorbe dichas irregularidades?

5. Los fuelles neumáticos.

6. ¿Cuándo se produce el cebado de la bomba de alta presión?

Cuando se quita la presión al circuito para realizar la sustitución del líquido y, también, cuando se interviene en cualquier órgano del sistema.
Proceso para quitar la presión al circuito:
1º) Motor en funcionamiento para accionar las válvulas anticaída.
2º) Colocar el mando de regulación de altura en posición baja, para vaciar los elementos de suspensión.
3º) Esperar la caída completa del vehículo antes de parar el motor.
4º) Aflojar el tornillo de purga del conjuntordisyuntor.
5º) Cebar la bomba de la forma siguiente:
– Aflojar el tornillo de purga del conjuntor disyuntor.
– Llenar la bomba de líquido hidráulico por el tubo aspiración.
6º) Poner el motor en marcha.
7º) Acoplar rápidamente el tubo de aspiración en cuanto la bomba parezca cebarse.
8º) Apretar el tornillo de purga del conjuntor disyuntor al sentir el impulso en el tubo de retorno.
9º) Después de quedar estabilizado el vehículo en posición «alta», completar el líquido en el depósito hasta que el indicador de nivel llegue a la altura correcta.

7. ¿Cuándo se produce la caída de presión en el acumulador principal?

Al aflojar el tornillo de purga del conjuntor disyuntor.

8. ¿Qué sucede si en un mismo eje las esferas tienen distinto tarado?

Con esa circunstancia el vehículo tendrá resortes diferentes en cada una de las ruedas del mismo eje, provocando una suspensión mas dura en la rueda de menor presión de tarado y más blanda en la rueda de mayor presión de tarado.

9. ¿Cómo se manifiesta una suspensión neumática cuando existe una fuga de aire en un fuelle?

El desgaste de los fuelles producido por el envejecimiento provoca pequeñas fugas de aire que les impide alcanzar la altura máxima. La comprobación se realiza efectuando el control de altura. En caso necesario se sustituye el mismo.

10. ¿Qué elemento determina la altura máxima alcanzada en un vehículo con suspensión neumática?

La válvula de altura máxima.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 233

1. Los resortes utilizados en la suspensión convencional son sustituidos en la suspensión hidroneumática por...
a) Un líquido y un gas.

2. El bloque de suspensión sustituye a...
d) Conjunto muelle amortiguador.

3. El gas que utilizan los acumuladores es
b) Nitrógeno.

4. En caso de fallo en el circuito hidráulico, la válvula de seguridad interviene para...
c) Suministrar prioritariamente la alimentación a los frenos.

5. La suspensión neumática consiste en intercalar, entre el bastidor y el eje de la ruedas o los brazos de suspensión, un...
a) Resorte neumático.

6. La alimentación de aire comprimido en la suspensión neumática es proporcionada por
b) Un compresor.

7. Para realizar las comprobaciones de presión…
d) La instalación está dotada de unos racores para conectar manómetros.

8 ¿Qué válvula accionada por el efecto de la carga y descarga regula la cantidad de aire que entra y sale del fuelle?
c) Válvula de nivel.

UNIDAD 7: Suspensión pilotada electrónicamente

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 247

1. Explica la diferencia existente entre un amortiguador convencional y un amortiguador de tarado variable.

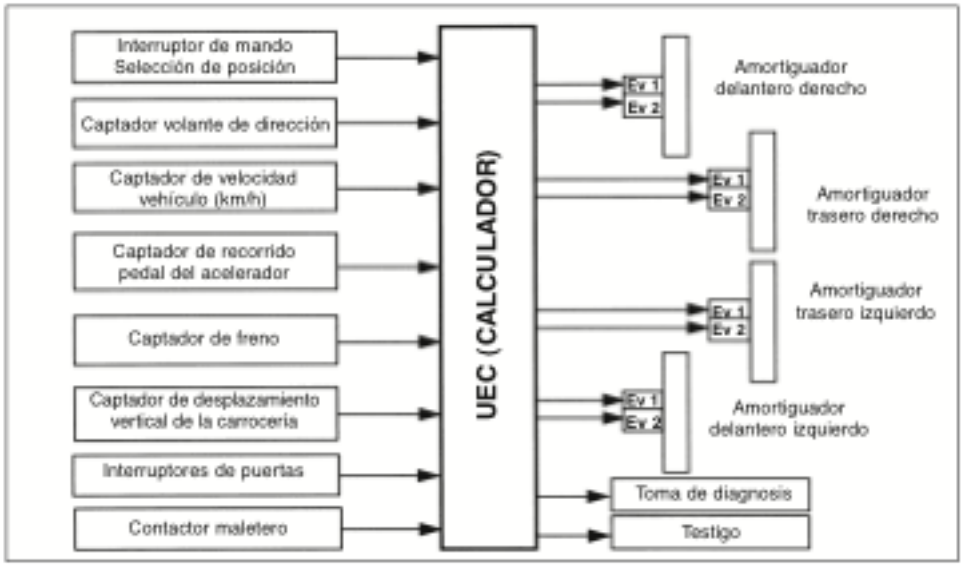
El amortiguador tradicional solamente tiene un nivel de rigidez, y por tanto, una amortiguación fija. El amortiguador de amortiguación variable incorpora dos electroválvulas accionadas por un calculador electrónico, que varían la amortiguación.

2. ¿Por qué las dos electroválvulas permiten pasos diferentes de caudal?

Para modificar los pasos calibrados de forma mecánica y frenar el movimiento de aceite a su paso por los orificios, permitiendo hasta tres tipos de amortiguación variable.

3. ¿De qué sensores recibe información el calculador electrónico?

Los parámetros se exponen en el siguiente esquema:



4. ¿Qué misión cumple el calculador?

El calculador electrónico, a partir de los datos que recibe de los captadores, permite:
– En la suspensión controlada mediante un interruptor, la elección de la amortiguación deseada por el conductor.
– En la suspensión inteligente, analiza las distintas circunstancias de marcha del vehículo y de forma automática modifica el tarado de los amortiguadores.

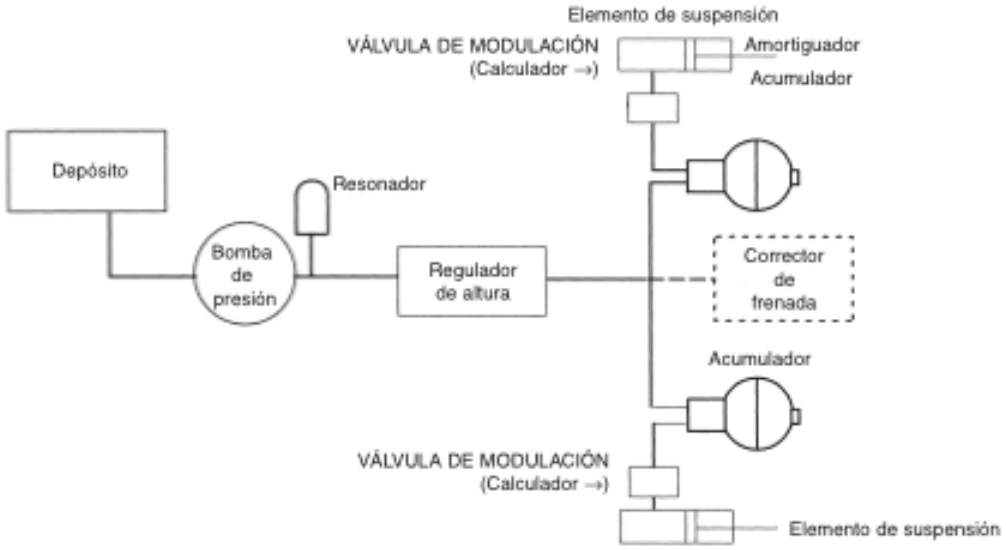
5. ¿A qué elementos envía órdenes el calculador para que las ejecuten?

A las electroválvulas colocadas en los amortiguadores.

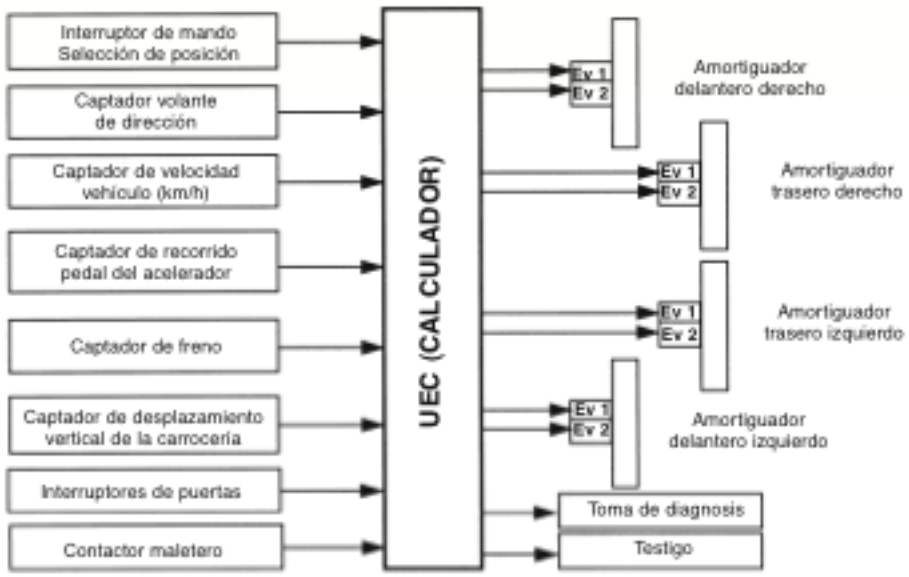
ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 253

6. Dibuja de forma esquemática el circuito hidráulico de una suspensión autonivelante pilotada electrónicamente aplicada al eje trasero.

6.



7. Dibuja de forma esquemática el circuito eléctrico de una suspensión autonivelante pilotada electrónicamente aplicada al eje trasero.



8. ¿Qué elemento absorbe las vibraciones y los ruidos de la bomba (golpe de ariete)?

El resonador.

9. ¿Qué influencia tiene la válvula de modulación de amortiguación respecto a la carga soportada por el vehículo?

La válvula de modulación está formada por una válvula de pistón que modifica la sección de un orificio y un muelle tarado. Se encuentra colocada entre el amortiguador y el acumulador de presión. Permite el funcionamiento en los dos sentidos para modular la amortiguación de las suspensiones en función de la presión hidráulica presente en el sistema de la suspensión autonivelante, determinada por las condiciones de carga y ajuste del vehículo.

10. ¿Qué función realiza el acumulador de presión?

Los acumuladores sirven para equilibrar los volúmenes de aceite durante las fases de distensión y compresión de los amortiguadores.
En la fase de compresión de la suspensión, el aceite pasa desde los amortiguadores a los acumuladores comprimiendo de esta forma el nitrógeno.
En la fase de distensión de la suspensión, el nitrógeno comprimido empuja nuevamente el aceite hacia los amortiguadores.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 264

11. Enumera la diferencia entre una suspensión hidroneumática y una suspensión hidractiva.

Una suspensión hidroneumática incorpora, además, una parte electrónica que analiza las condiciones de la carretera y la forma de conducción.
Para ello utiliza la información proporcionada por unos sensores que analizan:

– El ángulo de giro y la velocidad de rotación del volante.
– Posición acelerador.
– La velocidad del vehículo.
– La frenada.
– Desplazamiento vertical de la carrocería.
– La parte mecánica, compuesta por un regulador de rigidez formado por una esfera, una electroválvulas y dos amortiguadores por cada eje, dispuestos de tal forma que puedan ofrecer dos estados de suspensión (firme y elástico).

12. Explica la diferencia entre una suspensión pilotada y una supensión inteligente.

– La suspensión pilotada o controlada electrónicamente permite al conductor la elección entre tres tipos de amortiguación: «suave», «medio» y «firme».
– La suspensión inteligente, mediante los elementos electrónicos (sensores) colocados en distintos puntos del automóvil, proporciona información a una centralita electrónica. Mediante un programa preestablecido, la centralita analiza las distintas circunstancias de marcha del vehículo, y de forma automática, «sin intervención del conductor», actúa sobre los amortiguadores modificando la amortiguación entre «suave», «medio» y «firme».

13. ¿Cómo se produce la variación de la flexibilidad?

La flexibilidad varía en función no sólo de la fuerza, sino también del volumen de nitrógeno contenido en las esferas. Esto se consigue añadiendo al eje una tercera esfera que se integrará en el circuito según las condiciones de carga y rodaje.

14. ¿Qué ventaja aporta la hidractiva 3+?

Variación de la altura en función de la velocidad.

15. Enumera los elementos que diferencian la hidractiva 3 de la hidractiva 3+.

La hidractiva 3+ incorpora un regulador de rigidez por eje para modificar la flexibilidad.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 279

16. Explica la diferencia entre una suspensión neumática y una suspensión neumática pilotada.

La suspensión neumática pilotada tiene los mismos órganos que la suspensión neumática (fuelles y elementos que permiten la entrada y salida de aire del circuito neumático), pero además incorpora un regulador electroneumático que contiene en su interior las válvulas de solenoide o electroválvulas que están controladas por el calculador electrónico.

17. Dibuja de forma esquemática los elementos de la suspensión neumática controlada y realiza la unión entre ellos.

El alumno realizará el esquema de una suspensión neumática controlada electrónicamente que se encuentra en la figura 7.44 (pág. 265 del libro de texto).

18. ¿Qué elementos intervienen en la obtención de la flexibilidad variable?

El sensor de nivel, el calculador electrónico, el regulador electroneumático y la electroválvula correspondiente para permitir la entrada o salida de aire del fuelle.

19. ¿Qué elemento modifica la fuerza de amortiguación en un amortiguador PDC?

La válvula PDC que ofrece resistencia al flujo de aceite proporcional a la presión del muelle neumático.

20. ¿Qué función cumple el deshidratador?

Evitar la condensación de agua y los problemas de corrosión y congelación.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 290

1. ¿Qué es una suspensión activa?

La que tiene capacidad de mantener la carrocería horizontal en las curvas, trabajando los neumáticos en las mejores condiciones de geometría y adherencia.

2. ¿Cuáles son las variables que tiene en cuenta para su funcionamiento?

Amplitud y velocidad volante y velocidad vehículo.

3. ¿Cuándo se necesita un tarado duro en el amortiguador?

Deportiva o firme: Se trata de conseguir el tarado más rígido. Las dos electroválvulas

permanecen cerradas, de tal forma que cortan la comunicación entre de la cámara (A) y la cámara (B) con la cámara de compensación (C). Así, el recorrido del émbolo es frenado en sus movimientos de comprensión y distensión por la dificultad del paso de aceite por los orificios (H) e (I) entre las cámaras (A) y (B) y entre las cámaras (B) y (C) a través de los orificios calibrados (J) y (K).
Existe una gran resistencia al desplazamiento del aceite al paso del recorrido longitudinal del émbolo. Por tanto, se consigue un tarado muy duro consiguiendo gran estabilidad y disminución de confort.

4. ¿Cuál es la misión del regulador electroneumático?

Recibe órdenes del calculador electrónico para activar las electroválvulas encargadas de introducir y evacuar aire de los fuelles.

5. ¿Qué misión cumple un sensor de nivel?

Detectar cualquier variación de nivel de la plataforma, modificando el eje interior del mismo, proporcionando una señal eléctrica en función del nivel, que informará al calculador.

6. ¿Cómo aumenta la estabilidad en la suspensión hidractiva?

Posición «firme»: la electroválvula no está activada; el eje del regulador de rigidez está sometido a la presión de suspensión por un lado y a la presión del depósito por el otro.
La esfera adicional queda aislada y la unión principal entre los dos elementos de suspensión está interrumpida.

7. ¿Cómo se varía la dureza de un amortiguador?

Mediante dos electroválvulas (EV1) y (EV2) que conectan la cámara (A) del amortiguador con la cámara (C) de compensación.

8. Enumera las diferencias existentes entre una suspensión neumática y una suspensión neumática controlada.

En la suspensión neumática las válvulas de nivel son las encargadas de introducir y evacuar aire de los fuelles en función de la altura. Sin embargo, en la suspensión neumática pilotada, las válvulas de nivel informan a una unidad electrónica que activa las
electroválvulas incorporadas en el regulador electroneumático encargadas de introducir y evacuar aire de los fuelles.

9. ¿Qué elemento modifica la fuerza de amortiguación en un amortiguador CDC?

La válvula CDC integrada en el émbolo de mando eléctrico, modifica sobre un extenso margen la fuerza de amortiguación.

10. Enumera las diferencias existentes entre la suspensión hidractiva y el sistema antibalanceo SC/CAR.

El Sistema Citroen de Control Activo del Balanceo(SC/AR) es un complemento a la suspensión hidractiva. Recurre a la inteligencia de la electrónica y a la fuerza de la hidráulica para mantener el vehículo en posición horizontal en las curvas.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 291

1. ¿Cuál es la característica principal en una suspensión pilotada?
b) Conseguir una amortiguación variable.

2. El funcionamiento del amortiguador de tarado variable se realiza mediante el control de…
d) Las electroválvulas que tienen los amortiguadores.

3. ¿Cuál es la función del calculador electrónico?
c) A partir de los datos que recibe, elegir la amortiguación.

4. Los acumuladores hidráulicos en una suspensión pilotada autonivelante sirven para…
b) Equilibrar los volúmenes de aceite durante las fases de compresión y distensión de los amortiguadores.

5. ¿Cuántos elementos de suspensión intervienen por eje cuando funciona en modo elástico?
a) Tres esferas y cuatro amortiguadores.

6. ¿Con qué elementos se obtiene la rigidez y flexibilidad variable en una suspensión hidractiva?
a) Un regulador de rigidez acoplado a la esfera adicional.

7. ¿Cómo se encuentra la electroválvula del regulador de rigidez cuando está en posición firme?
b) Reposo.

8. ¿Cuál es la característica principal de una suspensión hidractiva 3?
b) Adaptar la altura del vehículo según la velocidad y del estado de la carretera.

9. ¿Qué elemento realiza la modificación de la fuerza de amortiguación en un amortiguador PDC?
c) La válvula integrada en el amortiguador.

UNIDAD 8: La Rueda

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 305

1. ¿Qué funciones cumple la llanta?

Soportar el neumático y permitir la unión del mismo al buje del vehículo a través de la pieza o piezas de acoplamiento.

2. Enumera las partes del perfil de una llanta.

Pestaña, asiento del talón, asiento de la válvula, orificio de la válvula, base.

3. ¿Qué características definen una llanta?

El perfil y su diámetro.

4. Describe las ventajas e inconvenientes de las ruedas de aleación ligera.

Las ruedas de aleaciones de aluminio y magnesio permiten mayores espesores, con lo cual aumenta la rigidez, y la distribución de tensiones tiene lugar sobre una zona más amplia, permitiendo el montaje de neumáticos de mayor sección. Por su buena conducción del calor, la refrigeración de los frenos y de los neumáticos es mejor que en las ruedas de acero.
El inconveniente más notable es su sensibilidad a las corrosiones de tipo salino y electrolítico.

5. Enumera las características de las ruedas de radios.

Son ruedas muy ligeras y de gran fortaleza. No pueden montarse en ellas neumáticos sin cámara y su coste de fabricación es muy elevado.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 321

6. Enumera las diferencias entre una cubierta diagonal y una radial.

Entre la carcasa y la banda de rodadura se dispone un cinturón reforzador o faja (de acero, fibras de vidrio, etc.), cuyas cuerdas presentan un ángulo de 18º a 22º con el plano de rodadura.

7. Identifica la nomenclatura de una cubierta.

Según la fig. 10.19 de la unidad (página 297).

8. ¿Qué importancia tiene el dibujo de la banda de rodadura?

La banda de rodadura tiene una incidencia directa sobre:

– La adherencia o el agarre del neumático al suelo, tanto longitudinal como transversal.
– La resistencia a los choques, a los cortes, al calor, al desgaste, y en general a todos los agentes externos.
– Buena evacuación del agua.
– El confort acústico. Un alto porcentaje del ruido producido por un vehículo durante su desplazamiento es debido a las ruedas.

9. ¿Qué materiales se emplean en la fabricación de las cubiertas?

Materiales indicados en el cuadro de la página 300.

10. Describe los tipos de cubiertas según la aplicación.

Cubiertas para carretera, cubiertas lisas, cubiertas fuera de carretera, cubiertas para todo terreno, cubiertas para aplicaciones agrícolas, cubiertas para terrenos desérticos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 327

11. ¿Qué entiendes por *aquaplaning*?

Cuando se interpone entre el neumático y el suelo una película de agua, la rueda pierde el control de la dirección, obedeciendo únicamente a la acción de las fuerzas de inercia.

12. ¿De qué factores depende el ángulo de deriva?

La carga, fuerza lateral, presión de inflado, anchura del neumático, velocidad, del conductor y de la forma de conducir.

13. Enumera las diferencias entre el desequilibrio estático y el dinámico.

– El desequilibrado estático se produce por una distribución desigual de las masas en relación al eje de rotación de la rueda.
– El desequilibrio dinámico se produce por una distribución desigual de las masas en relación al eje vertical de la rueda en puntos asimétricos respecto a este eje.

14. ¿A qué se debe el efecto del *Shimy*?

Desequilibrios de las ruedas.
- – Montaje incorrecto de los neumáticos.
- – Presión de inflado insuficiente.
- – Ángulos de avance o caída excesivos.
- – Pesos excesivos en partes no suspendibles.
- – Anomalías en la suspensión (muelles o amortiguadores).
- – Incompatibilidad entre los sistemas de suspensión y dirección.

15. ¿En qué consiste la estabilidad en curva?

Al tomar una curva, en función de la velocidad, aparecen unas fuerzas laterales debido a la fuerza centrífuga, que empujan al vehículo lateralmente.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 332

1. ¿Qué funciones cumplen las ruedas en los vehículos?

Las ruedas de un vehículo tienen por misión soportar al mismo, transmitir la potencia del motor (fuerza y movimiento) y asegurar la dirección y frenado, posibilitando su desplazamiento controlado.

2. Indica las características de la llanta: *4J x 14 LH ET37 5/125.*

Características de la llanta : 4J x 14 LH ET37 5/125
En el ejemplo:
4 = 4” pulgadas de anchura.
J = altura de la pestaña en mm.
x = indicación de llanta de base honda.
14 = 14” en pulgadas, es el diámetro nominal.
LH ET: el perfil de la llanta.

37 = 37 mm. de bombeo positivo.
5 indica el número de taladros para su fijación al disco de la rueda.
125 indica la distancia entre los taladros.

3. Describe los tipos de llantas.

Llantas de base honda, que se dividen en:
- – simétricas.
- – asimétricas.

Llantas desmontables, que se dividen en:
- – llanta semihonda.
- – llanta de base plana con asientos de talón inclinados.
- – llanta plana.
- – llanta en sectores.
- – llanta en dos mitades.

4. ¿Qué es una rueda de disco?

Es aquella cuya llanta se ha unido a un disco por medio de remaches o soldadura, a través del cual se hace solidario al buje.

5. Indica qué significa: *165/70 R 81 H.*

165: la anchura de sección en mm.
70: la serie (relación entre la altura y la altura de la sección).
R: estructura radial.
81: es el índice de carga.
H: el código de velocidad.

6. ¿Cuáles son las ventajas de un neumático radial?

– Aumento del rendimiento kilométrico, por la reducción de fricción con el suelo.
– Menor consumo, por la reducción de la fricción.
– Mejor adherencia, por el aumento de la «huella».
– Mejor estabilidad, por la menor deformación de la «huella».
– Menor ángulo de deriva, por la menor deformación de la «huella».
– Aumento del confort, por la mayor flexibilidad de los flancos con una mejor absorción de las irregularidades.
– Menor calentamiento durante el rodaje, por la reducción de la fricción con el suelo.
– Menor temperatura de trabajo, por disminuir el roce entre las telas de la carcasa.

7. ¿Cuál es el límite de desgaste de los neumáticos?, ¿por qué?

De 1,6 mm. de profundidad en el dibujo de la banda de rodadura, porque el neumático pierde adherencia con el pavimento mojado y, además, lo prohíbe el Reglamento de Circulación.

8. ¿Qué inconvenientes tiene la falta de presión en los neumáticos?

– Excesiva flexibilidad.
– Excesiva generación de calor de los materiales.
– Mayor aplastamiento.

– Desgaste más acusado en las laterales de la banda de rodadura.
– Pérdida de adherencia.
– Fatiga de las zonas más sometidas a flexión con posible agrietamiento.
– Rotura de telas por posible pellizcamiento entre obstáculos externos y pestaña de la llanta.
– Posibilidad de roturas con deformación excesiva por impacto.
– Incremento de la «gelatinosidad» u oscilaciones transversales con pérdida de estabilidad.
– Variación de las condiciones de maniobrabilidad del vehículo.
– Mayor consumo de combustible.

9. ¿Por qué en los vehículos con tracción se deben poner los neumáticos más gastados en el eje delantero?

En vehículos con tracción delantera, los neumáticos nuevos o menos gastados deben montarse detrás, que es el eje que en situaciones difíciles pierde
antes la adherencia.

10. ¿Cuándo se debe mirar la presión en los neumáticos y por qué?

Siempre en frío, pues con el aumento de temperatura aumenta la presión.

11. ¿Por qué es necesario reciclar los neumáticos?

Para evitar contaminación medio ambiental, porque al reciclarlos se obtienen nuevos productos con múltiples aplicaciones en la industria y otros sectores.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 333

1. En los neumáticos, la palabra «tubeless» indica:
c) Neumático sin cámara.

2. El índice de carga y el código de velocidad se indican mediante
d) Un número para el índice de carga y una letra para el código de velocidad.

3. Cuando en una curva el vehículo tiene efecto sobrevirador, para contrarrestarlo giraremos el volante.
a) En sentido contrario al de la curva.

4. El *aquaplaning* aumenta con
b) La velocidad y el desgaste del dibujo.

5. La profundidad mínima de la huella es de
a) 1,6 mm.

6. El efecto subvirador consiste en que
b) La deriva es mayor en el eje delantero, tendiendo a abrirse en la curva.

7. En qué casos se recomienda especialmente el inflado de los neumáticos con nitrógeno
c) Se trabaja en proximidad a materias incandescentes o con riesgo de explosión.

8. El exceso de presión en los neumáticos produce:
a) Mayor desgaste en la parte central de la banda de rodadura.

9. ¿Qué es el *Shimy*?
c) El conjunto de movimientos oscilatorios mantenidos por las ruedas.

10. En las ruedas con sistema de control de presión, la información desde el módulo emisor se manda al receptor mediante:
d) Señales de alta frecuencia.

UNIDAD 9: La Dirección

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 348

1. Cuando el conductor ejerce un esfuerzo de 4 kgf sobre el volante de 40 cm de diámetro a través de la columna de dirección, transmite el movimiento al piñón de dirección, que tiene un diámetro de 6 cm. Calcula el esfuerzo transmitido a las ruedas.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{R_2}{R_1};\ \frac{4}{F_2} = \frac{6}{40};\ F_2 = \frac{40 \cdot 4}{6} = 26{,}4\ \text{Kg}$$

2. En un giro completo del volante se obtiene un ángulo de giro en las ruedas de 20°. ¿Cuál es la relación de desmultiplicación?

$$R = \frac{360}{20} = \frac{18}{1}$$

3. Enumera los elementos que componen la dirección.

El conjunto de elementos que intervienen en la dirección son los siguientes:
- Volante.
- Columna de dirección.
- Caja o mecanismo de dirección.
- Timonería de mando o brazos de acoplamiento y de mando.
- Ruedas.

4. ¿Qué tipos de sinfín se emplean y qué diferencia existe entre ellos?

El tornillo sinfín puede ser cilíndrico o globoide.

5. ¿Cuál es la misión de la columna de dirección?

Unir el volante con el mecanismo de dirección.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 359

6. ¿Por qué es necesaria la existencia del trapecio de Ackerman en el guiado de las ruedas directrices?

Para evitar el arrastre de las ruedas al tomar una curva debe cumplirse el principio de

ACKERMAN, de tal forma que las trayectorias descritas por las cuatro ruedas del vehículo al describir una curva han de ser circunferencias concéntricas. Es decir, un centro de giro para las cuatro ruedas, llamado centro instantáneo de giro (C.I.G.).

7. Enumera los ángulos que intervienen en la geometría de ruedas.

– Ángulo de caída.
– Ángulo de salida.
– Ángulo de avance.
– Ángulo incluido.
– Cotas conjugadas.
– Convergencia.

8. ¿Qué significa cotas conjugadas?

El conjunto formado por los ángulos de salida y caída junto con el de avance.

9. ¿Cuál es la diferencia entre convergencia y divergencia?
Se denomina *convergencia positiva* cuando la prolongación de los ejes longitudinales de las ruedas se cortan por delante (ruedas cerradas) y se expresa con signo positivo.
Se denomina *convergencia negativa o divergencia* cuando la prolongación de los ejes longitudinales de las ruedas se cortan por detrás de las ruedas (ruedas abiertas) y se expresa con signo negativo.

10. Explica los efectos dinámicos de la convergencia.

En las ruedas anteriores y posteriores no motrices se produce durante el rodaje una apertura de las ruedas, por tanto hay que dar un cierre inicial o convergencia.
En las ruedas anteriores y posteriores motrices, se produce durante el rodaje un cierre de las mismas; en este caso hay que dar una apertura inicial o divergencia.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 363

11. ¿Qué significa que un sistema de orientación de ruedas sea pasivo o activo?

– La orientación de forma pasiva quiere decir que se orientan las ruedas del eje trasero debido a las solicitaciones del pavimento sin intervención
del conductor.
– La orientación de forma activa son vehículos con dirección total en las cuatro ruedas, y el efecto director del tren trasero es una respuesta activa mediante elementos de dirección.

12. ¿Cómo se consigue orientar de forma pasiva las ruedas del eje trasero?

Este efecto se consigue mediante los elementos de suspensión.

13. Explica el comportamiento de un eje trasero autodireccional al tomar una curva a gran velocidad.

El eje autodireccional permite orientar las ruedas traseras de forma conveniente pero pasiva en el trazado de las curvas. Este sistema mantiene la caída de las ruedas y el ancho de vía del eje, por tanto, la orientación no es de las ruedas sino del tren trasero. Este sistema se

consigue con la unión del eje al bastidor mediante unos soportes elásticos. Cuando el vehículo toma una curva, se deforma la unión elástica de tal forma que todo el eje de suspensión gira un pequeño ángulo de 1º a 2º.

14. ¿Por qué son diferentes los tacos de anclaje del eje autodireccional?

Los dos soportes elásticos colocados en la parte delantera del tren son los que tienen el efecto autodireccional en las curvas, además de absorber
las vibraciones.
La elasticidad de los soportes elásticos delanteros de fijación del eje varía según sea el sentido de la fuerza a que se vean sometidos. Para conseguir este efecto el soporte se compone de una interposición de láminas metálicas colocadas durante la embutición
de la goma del taco elástico.
Este taco se comporta de tal forma que es más rígido según se le aplique la fuerza de deformación en una dirección u otra.

15. Explica el comportamiento de las ruedas en un vehículo equipado con dirección total.

Cada eje se comporta de una forma diferente:
– Las ruedas delanteras tienen una relación proporcional entre el giro del volante y el de las ruedas.
– Las ruedas traseras se giran en paralelo hasta 1.5 que corresponde a un giro del volante de 127º. A partir de este giro vuelven progresivamente a la posición de línea recta 0º, es decir, que equivale a un giro del volante de 246º. En el caso de maniobrabilidad para un giro del volante superior a 246º, las ruedas empiezan a posicionarse en antiparalelo o contrafase hasta 5,3º.

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 370

1. ¿Qué cualidades debe de reunir una dirección?

La dirección debe cumplir en todas las situaciones las exigencias requeridas, con precisión y control, tales como:

– Mantenimiento de la estabilidad en línea recta y curvas.
– Conservación de los elementos mecánicos y neumáticos.
– Precisión y suavidad.
– Insensibilidad a factores exteriores de la carretera como el viento o irregularidades del pavimento.

2. ¿Qué tirantería de mando se emplea en el acoplamiento de ruedas?

La tirantería de dirección está constituida por un conjunto de elementos que transmite el movimiento desde el mecanismo de dirección a las ruedas. Se utilizan dos sistemas, uno aplicado a la dirección de cremallera y otro aplicado a la dirección de tornillo sinfín.

3. ¿Qué tipos de mecanismos se emplean en las cajas de dirección?

Existen los siguiente tipos de cajas o mecanismos de dirección:

– Cremallera.

– Cremallera de relación variable.
– Tornillo sinfín y sector dentado.
– Tornillo sinfín y rodillo.
– Tornillo sinfín y dedo.
– Tornillo sinfín y tuerca.
– Tornillo sinfín y tuerca con bolas circulantes o recirculación de bolas.

4. ¿Por qué la dirección de cremallera es la más utilizada en turismos?

Esta dirección se caracteriza por un mecanismo desmultiplicador (piñón-cremallera). Por su sencillez de montaje y eliminación de parte de la timoneríade mando es la más utilizada en los vehículosde turismo, sobre todo en los de motor ytracción delantera, ya que disminuye notablementelos esfuerzos en el volante, es suave en losgiros y tiene rapidez de recuperación, resultandouna dirección estable y segura.

5. ¿Cuál es la dirección más empleada en vehículos todoterreno y camiones?
Tornillo sinfín.

6. Explica las ventajas de la dirección de sinfín y tuerca con bolas circulantes.

La intercalación de una hilera de bolas entre eltornillo sinfín y una tuerca, obteniendo de esta formauna dirección muy suave y segura.

7. Explica los tipos de sistemas de orientación de ruedas.

Activo y pasivo.

8. ¿Cómo se realiza el orden de verificación de los ángulos de la dirección?

Los ángulos tienen influencia entre ellos y es necesariorespetar un orden de verificación y reglaje,siguiendo el orden siguiente:

1. Avance.
2. Inclinación del pivote (salida).
3. Caída.
4. Paralelismo.
5. Reglaje de paralelismo.

9. ¿Cómo se comprueba el estado de una rótula de dirección?

Observando con una simple palanca la existenciade holguras.

10. ¿Cuáles son los síntomas de un mal reglaje de convergencia?

– Desgaste anormal y rápido de la cubierta conrebabas en la banda de rodadura.
– Un exceso importante de divergencia ocasionaun desgaste en el borde interior, simétrico enlos dos neumáticos.
– Un exceso importante de convergencia ocasionaun desgaste en el borde exterior, simétricoen los dos neumáticos.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 371

1. Una dirección de cremallera de relación variable tiene:
b) Los dientes de la cremallera con módulo variable.

2. El centro instantáneo de rotación se encuentra
a) En la prolongación del eje trasero.

3. En una curva a la izquierda, el ángulo que giran las ruedas delanteras es:
d) Mayor el de la rueda izquierda.

4. En la geometría del giro se cumple:
a) En línea recta la prolongación de los ejes de los brazos de acoplamiento se cortan en el centro del eje trasero.

5. El exceso de caída positiva origina
b) Mayor desgaste en la parte exterior de la banda de rodadura.

6. ¿Qué ángulos forman las cotas conjugadas?
a) Salida, caída y avance.

7. La orientación de las ruedas traseras de forma activa se consigue
d) Mediante la transmisión del movimiento desde el volante a las ruedas.

8. La convergencia o divergencia se regula
b) Alargando o acortando las barras de acoplamiento, mediante roscas.

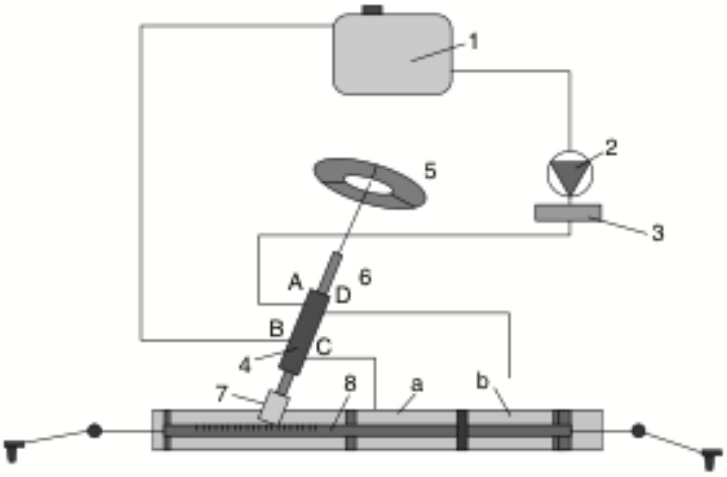
9. El ángulo de salida correcto
a) Reduce el esfuerzo al girar el volante.

UNIDAD 10: La Dirección asistida

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 393

1. Dibuja de forma esquemática los elementos y el circuito hidráulico que interviene en la dirección asistida.

El alumno realizará el esquema de la figura 10.1 de la unidad didáctica (página 379 del libro del alumno).



1 Depósito
2 Bomba de aceite
3 Regulador de cuadal
4 Válvula rotativa
5 Volante
6 Columna de dirección
A Entrada de aceite a presión
B Retorno al depósito
C Conexión de la válvula rotativa con la cámara a
D Conexión de la válvula rotativa con la cámara b

2. ¿Qué función realiza la válvula distribuidora?

Es la encargada de distribuir el líquido a través del cilindro de asistencia al depósito, en función de los giros del volante.

3. ¿Qué misión cumple la barra de torsión?

Cuando el conductor gira el volante, la barra se torsiona, ocasionando un decalado angular entre el rotor y el distribuidor de manera que el rotor gira con relación al distribuidor. Este decalado angular tiene como consecuencia la unión o aislamiento del circuito hidráulico y determina la intensidad de asistencia.

4. Explica cómo funciona la unión mecánica de seguridad.

En caso de fallo en el circuito hidráulico, el extremo del rotor garantiza la unión mecánica con el piñón después de un giro de 7º, a la izquierda o a la derecha.

5. Explica la diferencia entre una bomba accionada por correa y un grupo electrobomba.

La bomba hidráulica es accionada por el motor mediante una correa de arrastre mientras que el grupo electro-bomba es accionado mediante corriente eléctrica.

ACTIVIDADES PROPUESTAS. PÁG. 411

6. Dibuja de forma esquemática los elementos y el circuito hidráulico que interviene en la dirección de asistencia variable.

El alumno realizará el esquema de la figura 10.14 de la unidad (página 402 del libro de texto).

7. Explica en función de qué parámetro se obtiene la asistencia variable.

Velocidad del vehículo.

8. ¿Qué ventajas aporta una dirección con asistencia variable?

A bajas velocidades y en maniobras de aparcamiento, la asistencia es alta para manejar el volante con muy poco esfuerzo. Sin embargo, a medida que aumenta la velocidad, la asistencia va disminuyendo (aumenta la dureza del volante y el esfuerzo que debe aplicar el conductor sobre el mismo para favorecer las maniobras a altas velocidades), además de mejorar la seguridad activa.

9. ¿Cómo se obtiene el arrastre en una dirección asistida eléctrica?

La asistencia de la dirección se realiza en función de la velocidad del vehículo. Cuando aumenta la velocidad, el calculador electrónico desconecta el embrague del motor eléctrico de forma que la dirección se acciona sólo manualmente.

10. Dibuja de forma esquemática los elementos que intervienen en la dirección con asistencia eléctrica.

El alumno realizará el esquema de la figura 10.28 de la unidad (página 394).

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 416

1. Explica qué tipos de asistencia conoces

La asistencia hidráulica se consigue de dos formas:

– Actuando sobre el propio mecanismo de dirección.
– Actuando sobre la barra de acoplamiento.

2. ¿Cómo funciona cada una de las válvulas del regulador de caudal?

Está constituido por dos válvulas, una para mantener la presión constante y otra de descarga o sobrepresión.

En funcionamiento, el líquido a presión procedente de la bomba llega por el conducto (E). Por una parte aplica la presión sobre la superficie de una cara del pistón (1) y por otra parte llega al estrechamiento de la boca de salida por el orificio (2), y desde ésta abastece la válvula distribuidora por (S) y a través del conducto (4), que está comunicado con la cara posterior del pistón (1), el cual incorpora la válvula de descarga (5) que permite la salida de líquido por (S) hacia el depósito.

3. Explica la diferencia entre dos direcciones asistidas de cremallera, una sobre el mecanismo y otra mediante gato de asistencia.

– La dirección asistida de cremallera sobre el mecanismo incorpora en el mismo conjunto la propia cremallera y el cilindro de asistencia.
– En la dirección asistida de cremallera, el gato de asistencia va totalmente independiente y acciona la barra de acoplamiento.

4. Explica la diferencia que existe entre el pistón de doble efecto utilizado en un mecanismo de cremallera y el pistón de reacción utilizado en el mecanismo de tornillo sinfín y tuerca con bolas.

Solamente existen diferencias constructivas pero su funcionamiento es análogo. En el caso del pistón de doble efecto utilizado en mecanismo de cremallera, asiste a la cremallera, y en

el caso pistón de reacción utilizado en el mecanismo de tornillo sinfín y tuerca con bolas, proporciona asistencia al sector dentado.

5. ¿Qué sistemas de arrastre utilizan las bombas hidráulicas utilizadas en las direcciones asistidas?

Bombas hidráulicas de accionamiento mecánico mediante correa y grupos electro-bombas de accionamiento con corriente eléctrica.

6. ¿Qué ocurre en el caso de una pérdida importante de líquido?

Pérdida parcial o total de la asistencia.

7. ¿Cómo funciona una dirección de asistencia variable?

Realizando un control electrónico de la presión. Durante el funcionamiento, la instalación gestiona la descarga de la presión en los lados del pistón de doble efecto de la dirección asistida, aumentando o reduciendo la sección de paso de esta descarga.
La sección de descarga se controla mediante el convertidor electro-hidráulico (motor paso a paso), que está pilotado por el calculador electrónico.
El calculador recibe la señal procedente del sensor de velocidad del vehículo y, en función de la misma, alimenta el convertidor electro-hidráulico con un valor de corriente proporcional a la asistencia que se quiera aplicar.
De esta manera, a bajas velocidades, la descarga es de gran sección y tenemos el máximo efecto variable.
Sin embargo, a medias y altas velocidades, la sección de descarga disminuye progresivamente y proporcionalmente a dicha sección disminuye el efecto variable.

8. ¿Cuántos pares de fuerzas se suman en una dirección de doble piñón?

Dos, la suma compuesta por el par de giro aplicado al volante y el par de servoasistencia constituye el par total aplicado para el movimiento de la cremallera.

9. ¿Qué diferencia existe entre una dirección electromecánica y una electrohidráulica?

La dirección electromecánica recurre a un motor eléctrico para realizar la asistencia y dirección electrohidráulica recurre a la hidráulica para realizar la asistencia.

10. ¿Qué ventajas aporta la Servotronic II?

1a. Por el diseño de la guía de casquete esférico, que aloja las bolas, impone un centraje adicional, sobre todo a velocidades superiores, aumentando así la estabilidad rectilínea.
2a. No se reduce la presión del aceite ni el caudal volumétrico. Por tanto se dispone siempre de reservas de seguridad para situaciónes de emergencia, como correcciones repentinas e imprevistas.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 417

1. En una dirección asistida de cremallera, la válvula de distribución es:
b) La encargada de distribuir el líquido a través del cilindro de asistencia en función de los giros del volante.

2. La dirección asistida de tornillo sinfin y bolas circulantes se caracteriza por:
c) Su suavidad y el poco esfuerzo necesario en el volante.

3. En la dirección con asistencia eléctrica, el calculador precisa información de los sensores de:
b) Par sobre el volante, velocidad del vehículo y rpm del motor.

4. En una dirección asistida de cremallera sobre el mecanismo, el pistón de doble efecto se monta en:
d) En la propia cremallera.

5. En una dirección de asistencia variable, el esfuerzo del conductor es:
b) Mínimo a velocidad más baja y aumenta con la velocidad.

6. En la servodirección de asistencia variable el convertidor electrohidraúlico:
d) Está pilotado por el calculador electrónico que recibe información del sensor de velocidad.

7. En una dirección asistida, si nos quedamos sin líquido:
b) El giro del volante se hace más resistente.

8. ¿Cómo se ejerce la asistencia en la dirección asistida electromecánica dotada de doble piñón?
c) Un piñón accionado por el conductor y otro accionado por el motor transmiten la asistencia a la cremallera.

9. ¿En función de qué parámetros se realiza la asistencia en una dirección electrohidráulica?
c) Ángulo de dirección y de la velocidad de marcha.

UNIDAD DIDÁCTICA 11: Seguridad y gestión ambiental en el taller

ACTIVIDADES PROPUESTAS.

1. ¿A quién afecta la Ley de PRL?

A trabajadores y empresarios.

2. ¿A partir de que número de trabajadores en el taller es obligatorio tener delegado de prevención?

Con más de cinco trabajadores.

3. ¿Para que un fuego se mantenga qué factores se necesitan?

Energía de activación, combustible, comburente y reacción en cadena.

4. ¿Qué clases de fuegos hay?

- Clase A, de sólidos
-Clase B, de líquidos
-Clase C, de gases

-Clase D, de metales
-Clase E, cualquiera de los anteriores en presencia de tensión eléctrica superior a 25 V.

5. En los recintos del taller donde existe riesgo de incendios ¿qué debe evitarse?

Las fuentes e ignición

6. ¿De qué tipos pueden ser los riesgos eléctricos para las personas?

Contactos directos y contactos indirectos.

7. ¿Por qué no debe puentearse el diferencial?

Poraue es un elemento de protección de la spersonas.

8. ¿Con qué tensión deben funcionar las portátiles en el taller?

Tensión de seguridad.

9. Antes de manipular en un cuadro eléctrico, ¿qué debemos hacer?

Desconectarlo de la red.

10. Indica qué caracteriza a las señales de obligación.
Son de color azul y el símbolo o texto aparece en color blanco. Su forma puede ser circular o rectangular.

11. Indica qué caracteriza a las señales de advertencia.

Son de forma triangular, fondo amarillo y orla de color negro.

12. Los vehículos de hasta 9 plazas para el transporte de personas ¿en qué categoría se consideran?

Categoría II

ACTIVIDADES FINALES. PÁG. 466

1. Indica las categorías de los EPI.

Categoría I, Categoría II, Categoría III

2. Indica tres protecciones colectivas del taller.

-Eliminación de gases de escape
-Reducción de ruidos
-Adecuación de la iluminaciónn

3. Indica tres condiciones que deben cumplir las salidas exteriores de peatones de los talleres.

El ancho mínimo de 1,20 m., su apertura serña en sentido de la evacuación y estarán debidamente señalizadas.

4. ¿De cuánto debe ser la intensidad iluminación general del taller?

300 lux

5. ¿Qué se trata de conseguir con la gestión ambiental?

Un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y la protección y conservación del medio ambiente.

6. ¿Quién expide el documento de aceptación de los RP?

El gestor de residuos.

7. ¿Cuánto tiempo hay que conservar el documento de aceptación de residuos peligrosos?

5 años

8. En la notificación del traslado de residuos, ¿qué datos deben figurar?

Del productor, transportista, gestor, cantidades, fechas e itinerarios previstos.

9. ¿Cuánto es el tiempo máximo e almacenamiento de los residuos en el taller?

El tiempo máximo de almacenamiento no excederá los seis meses.

10. ¿A partir de cuántos kg, se considera gran productor de residuos?

Mas de 10.000 kg de residuos peligrosos al año.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS. PÁG. 467

1. ¿Quién desarrolla el reglamente de la Ley de PRL?
d) El gobierno.

2. En materia de riesgos laborales, los trabajadores en el taller están obligados a:
b) Utilizar correctamente las máquinas, equipos, EPI…

3. Los delegados de prevención serán designados…
c) Por y entre los representantes del personal.

4. ¿Cuál de las siguientes ciencias estudia la interacción entre la persona y el trabajo que realiza para mejorar la calidad de la vida laboral?
a) La ergonomía.

5. La altura mínima para un taller es de:
c) 3 metros.

6. Las tensiones de seguridad son:
b) Hasta 24 voltios en locales húmedos y 50 voltios en locales secos.

7. Los diferenciales protegen a:
a) Las personas.

8. Las señales triangulares con fondo amarillo son de:
b) Advertencia.

9.Para que un fuego se inicie se necesita:
a) Combustible, comburente y energía de activación.

10. Los residuos peligrosos generados en el taller se entregaran:
b) Al gestor autorizado de residuos.